



11-08-04

IFW

Express Mail No.: EV 324 919 895 US

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Application of: Jae Seung Koo

Confirmation No. 2212

Serial No.: 10/750,690

Art Unit: 2858

Filed: December 31, 2003

Examiner: To be assigned

For: A METHOD FOR DETERMINING A  
STEADY STATE BATTERY TERMINAL  
VOLTAGE

Attorney Docket No.: 060944-0167

(Formerly 11037-167-999)

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In connection with the above-identified application, Applicant submits the following:

- 1) Certified copy of Korean Application No. 10-2003-0054720, filed August 7, 2003, to which the above-captioned application claims priority.

Applicant believes that no fee is required for this communication, however, The U.S. Patent and Trademark Office is hereby authorized to charge any required fee to Morgan, Lewis & Bockius LLP Deposit Account No. 50-0310.

Respectfully submitted,

Date November 4, 2004

 51,743

Shawn C. Glidden

For:

Thomas D. Kohler (Reg. No. 32,797)

Morgan, Lewis & Bockius LLP

2 Palo Alto Square

3000 El Camino Real

Palo Alto, CA 94306

(415) 442-1106



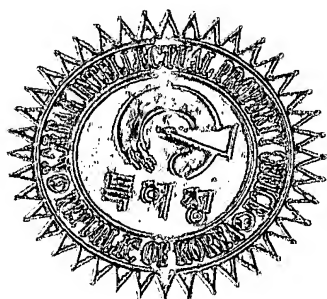
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0054720  
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 08월 07일  
Date of Application AUG 07, 2003

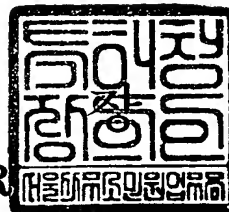
출원 인 : 현대자동차주식회사  
Applicant(s) HYUNDAI MOTOR COMPANY



2003 년 10 월 21 일

특 허 청

COMMISSIONER



CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

## 【서지사항】

【서류명】 특허출원서  
 【권리구분】 특허  
 【수신처】 특허청장  
 【참조번호】 0010  
 【제출일자】 2003.08.07  
 【발명의 명칭】 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법  
 【발명의 영문명칭】 A METHOD FOR CALCULATING A STEADY STATE BATTERY TERMINAL VOLTAGE

## 【출원인】

【명칭】 현대자동차주식회사  
 【출원인코드】 1-1998-004567-5

## 【대리인】

【명칭】 유미특허법인  
 【대리인코드】 9-2001-100003-6  
 【지정된변리사】 오원석  
 【포괄위임등록번호】 2001-042007-3

## 【발명자】

【성명의 국문표기】 구재승  
 【성명의 영문표기】 K00, JAE SEUNG  
 【주민등록번호】 711202-1052611  
 【우편번호】 445-851  
 【주소】 경기도 화성시 남양동 1842번지 현대아파트 103동 204호  
 【국적】 KR

## 【심사청구】

청구

## 【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 유미특허법인 (인)

## 【수수료】

|          |           |             |
|----------|-----------|-------------|
| 【기본출원료】  | 20 면      | 29,000 원    |
| 【가산출원료】  | 46 면      | 46,000 원    |
| 【우선권주장료】 | 0 건       | 0 원         |
| 【심사청구료】  | 32 항      | 1,133,000 원 |
| 【합계】     | 1,208,000 | 원           |



1020030054720

출력 일자: 2003/10/23

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명의 실시예에 의한 충전시의 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법은, 정전류 충전을 통하여 산출된 충전 등가저항 데이터와 충전 등가저항 데이터를 기초로 산출되는 충전 유효 무부하 전압 데이터를 기초로, 현재 충전 전류, 현재 배터리 온도, 및 현재 충전상태에서의 충전 등가저항과 충전 유효 무부하 전압을 산출하고, 산출된 충전 등가저항과 충전 유효 무부하 전압을 기초로 정상상태 단자 전압을 산출한다. 또한, 본 발명의 실시예에 의한 방전시의 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법은, 정전류 방전을 통하여 산출된 방전 등가저항 데이터와 방전 등가저항 데이터를 기초로 산출되는 방전 유효 무부하 전압 데이터를 기초로, 현재 방전 전류, 현재 배터리 온도, 및 현재 방전상태에서의 방전 등가저항과 방전 유효 무부하 전압을 산출하고, 산출된 방전 등가저항과 방전 유효 무부하 전압을 기초로 정상상태 단자 전압을 산출한다.

**【대표도】**

도 6

**【색인어】**

배터리, 충전, 방전, 단자 전압, 정상상태, 정격용량, 충전상태, 방전상태, 배터리 온도, 충전 전류, 방전 전류, 충전 등가저항, 방전 등가저항

**【명세서】****【발명의 명칭】**

배터리 정상상태 단자 전압 산출방법{A METHOD FOR CALCULATING A STEADY STATE BATTERY  
TERMINAL VOLTAGE}

**【도면의 간단한 설명】**

도1은 배터리의 내부 구조를 보여주는 도면이다.

도2는 도1의 배터리의 전기 화학적 특성을 표현하는 전기 등가회로이다.

도3은 도1의 배터리의 정상상태(steady state)에서의 전기 등가회로이다.

도4는 본 발명의 실시예에 의한 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법에서 충전 등가저항  
데이터와 충전 유효 무부하 전압 데이터를 산출하는 방법을 보여주는 순서도이다.

도5는 본 발명의 실시예에 의한 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법에서 방전 등가저항  
데이터와 방전 유효 무부하 전압 데이터를 산출하는 방법을 보여주는 순서도이다.

도6은 본 발명의 실시예에 의한 배터리 충전시의 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법을  
보여주는 순서도이다.

도7은 본 발명의 실시예에 의한 배터리 방전시의 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법을  
보여주는 순서도이다.

도8 내지 도15는 도4의 방법에 의해 산출된 충전 등가저항 데이터와 충전 유효 무부하  
전압 데이터를 보여주는 도면이다.

도16 내지 도23은 도5의 방법에 의해 산출된 방전 등가저항 데이터와 방전 유효 무부하  
전압 데이터를 보여주는 도면이다.

도24 내지 도26은 충전시 정상상태 단자 전압의 시뮬레이션 결과를 보여주는 도면이다.

도27 내지 도29는 방전시 정상상태 단자 전압의 시뮬레이션 결과를 보여주는 도면이다.

도30은 충전시 배터리 온도에 따른 배터리 정상상태 단자 전압의 시뮬레이션 결과를 보여주는 도면이다.

도31은 방전시 배터리 온도에 따른 배터리 정상상태 단자 전압의 시뮬레이션 결과를 보여주는 도면이다.

#### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<14> 본 발명은 배터리의 정상상태 단자 전압을 산출하는 방법에 관한 것이다.

<15> 차량의 엔진의 에너지 효율을 향상시키고 오염물질의 배출을 줄이기 위하여 하이브리드 전기 자동차(hybrid electric vehicle)가 개발되었으며, 하이브리드 전기 자동차는 차량 제동 시 발생하는 에너지를 회생하여 전기에너지로 재사용 한다.

<16> 하이브리드 전기 자동차의 배터리는 엔진 최적 동작을 위한 부족 파워 공급 및 잉여 파워를 저장하고 회생 제동으로 발생하는 에너지를 저장하기 위한 중요한 구성품이다.

<17> 그러나, 배터리는 작동 온도, 충전 상태(state of charge, SOC), 노후화(aging) 등에 따라 사용 가능한 파워가 일정하지 않아, 하이브리드 전기 자동차에 적용하기가 쉽지 않다.

<18> 배터리 충전이 지속되면 배터리의 단자 전압(terminal voltage)이 상승하고, 배터리 방전이 지속되면 배터리의 단자 전압이 감소한다. 또한, 충/방전 부하에 따라 배터리 단자 전압이 일정하지 않아 배터리의 전압 특성을 모델링하는 것이 쉽지가 않다.

<19> 도1에 도시된 바와 같은 전기 화학적 배터리 셀(battery cell)의 배터리 셀 전압 (battery cell terminal voltage,  $U_{cell}$ )은 다음의 식1로 표현될 수 있다.

<20> [식1]

<21>

$$U_{cell} = U_{ocv} - \frac{1}{C} \int I_{avg} dt - U_c - U_d(I_{avg}) - (R_a(T_{BAT}, \dots) + R_c) \times I_{avg}$$

<22> 여기서,  $U_{ocv}$ 는 무부하 전압(no load voltage, 또는 battery open circuit voltage)이고,  $U_c$ 는 로드 히스토리(load history)에 따른 전압(voltage variation due to load history, local concentration(diffusion))이며,  $C$ 는 커패시턴스(capacitance)이고,  $I_{avg}$ 는 평균전류(average current)이며,  $U_d$ 는 전기화학반응에 기인하는 전압(voltage drop due to dipoles (chemical activity) on the reactive surface)이고,  $R_a$ 는 전해액 저항(electrolyte resistance)이며,  $R_c$ 는 도체 저항(conductor resistance)이고,  $T_{BAT}$ 는 배터리 온도이다. 전해액 저항은 충전상태(SOC), 온도, 및 노후화(aging)에 따라 변하는 값이며, 도체 저항은 노후화에 따라 변하는 값이다.

<23> 도1에 도시된 배터리의 전기화학적 배터리 특성을 표현하는 전기 등가회로는 도2에 도시된 바와 같다.

<24> 도2의 전기 등가회로에서, 단자 전압( $V_t$ )은 다음의 식2와 같은 시간의 함수로 표현될 수 있다.

<25> [식2]

<26>

$$V_t = V_{oc} - I_t \times (R_h + R_d \times (1 - e^{-t/R_d C_p}))$$



&lt;27&gt;

여기서,  $V_{oc}$  는 유효 무부하 전압(effective no load voltage)이고,  $I_t$  는 충전(방전)전류이며,  $R_h$  는 순시저항(instantaneous resistance)이고,  $R_d$  는 지연저항(delayed resistance)이며,  $C_p$  는 병렬 커패시턴스(parallel capacitance)이다.

&lt;28&gt;

도1의 양극/음극 단자(terminal) 및 전류 컬렉터(current collector) 등에 의한 도체 저항은 순시저항으로 표현되며, 배터리 전기화학 특성인 전해액 저항과 디퓨전(diffusion) 전압, 디폴(dipole) 전압 등은 지연 저항과 연결된 콘덴서( $C_p$ )에 의해서 각각 표현된다. 또한, 무부하 전압과 전류를 시간에 대해 적분하여 발생하는 전압 변화값은 유효 무부하 전압, 순시저항, 지연저항 등을 배터리 충전상태(SOC)에 의존적인 변수로 정의하여 식2와 같이 표현된다.

&lt;29&gt;

그러나, 시간의 함수로 표현되는 배터리의 전기 등가 모델을 이용하여 과도 상태를 포함한 동특성(dynamic characteristics)의 배터리 전압을 계산하기 위해서는 커패시터 값을 정확히 알아야 하는데, 부하 조건 및 동작 환경에 따라 변동하는 커패시터 값을 측정 및 반영하기란 쉽지가 않다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

&lt;30&gt;

본 발명은 상기 전술한 바와 같은 문제점들을 해결하기 위해 창출된 것으로서, 배터리의 단자 전압을 산출할 수 있는 배터리 단자 전압 산출방법을 제공함을 그 목적으로 한다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

&lt;31&gt;

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 의한 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법은,

&lt;32&gt;

설정된 충전 전류 구간별로 설정된 배터리 온도들 및 설정된 충전상태(State of Charge)들에서의 충전 등가저항 데이터를 산출하는 충전 등가저항 데이터 산출단계;

- <33>      상기 산출된 충전 등가저항 데이터를 기초로 상기 설정된 충전 전류 구간별로 상기 설정된 배터리 온도들 및 상기 설정된 충전상태에서의 유효 무부하 전압 데이터를 산출하는 유효 무부하 전압 데이터 산출단계;
- <34>      상기 충전 등가저항 데이터를 기초로 현재 충전 전류, 현재 배터리 온도 및 현재 충전상태에서의 충전 등가 저항값을 산출하는 충전 등가저항 산출단계;
- <35>      상기 유효 무부하 전압 데이터를 기초로 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 충전상태에서의 유효 무부하 전압값을 산출하는 유효 무부하 전압 산출단계; 및
- <36>      상기 산출된 충전 등가저항값과 유효 무부하 전압값을 기초로 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 충전상태에서의 배터리 정상상태 단자 전압값을 산출하는 배터리 단자 전압 산출단계를 포함한다.
- <37>      상기 충전 등가저항 데이터 산출단계는,
- <38>      상기 각각의 설정된 충전 전류 구간에 속하는 제1충전 전류( $I_1$ )를 이용하여 상기 각각의 설정된 배터리 온도에서 배터리를 정전류 충전하면서 상기 설정된 충전상태들에서의 제1 배터리 단자 전압( $V_1$ )들을 검출하는 단계;
- <39>      상기 각각의 설정된 충전 전류 구간에 속하는 제2충전 전류( $I_2$ )를 이용하여 상기 각각의 설정된 배터리 온도에서 상기 배터리를 정전류 충전하면서 상기 설정된 충전상태들에서의 제2 배터리 단자 전압( $V_2$ )들을 검출하는 단계; 및
- <40>      상기 제1충전 전류( $I_1$ ), 상기 제1 배터리 단자 전압( $V_1$ ), 상기 제2충전 전류( $I_2$ ), 및 상기 제2 배터리 단자 전압( $V_2$ )을 기초로, 상기 설정된 충전 전류 구간별로 상기 설정된 배터리

온도들 및 상기 설정된 충전상태들에서의 상기 충전 등가저항 데이터를 산출하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

<41> 상기 충전 등가저항 데이터( $R_{cha\_e\_data}$ )는 다음의 식에 의한 값으로 산출되는 것이 바람직하다.

<42> [식]

$$<43> \quad R_{cha\_e\_data} = \left( \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1} \right) @SOC$$

<44> 여기서, "@SOC"는 상기 각각의 설정된 충전상태(SOC)에서 충전 등가저항이 산출됨을 의미한다.

<45> 상기 유효 무부하 전압 데이터( $V_{cha\_oc\_data}$ )는 다음의 두 개의 식 중 어느 하나에 의한 값으로 산출되는 것이 바람직하다.

<46> [식]

$$<47> \quad V_{cha\_oc\_data} = V_2 + I_2 \times R_{cha\_e\_data} @SOC$$

<48> 여기서, "@SOC"는 상기 각각의 설정된 충전상태(SOC)에서 유효 무부하 전압이 산출됨을 의미한다.

<49> [식]

$$<50> \quad V_{cha\_oc\_data} = V_1 + I_1 \times R_{cha\_e\_data} @SOC$$

<51> 여기서, "@SOC"는 상기 각각의 설정된 충전상태(SOC)에서 유효 무부하 전압이 산출됨을 의미한다.

- <52>      상기 충전 등가저항 산출단계에서, 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 충전상태에서의 충전 등가저항값은, 상기 현재 충전 전류가 속하는 상기 설정된 충전 전류 구간의 상기 설정된 배터리 온도 및 상기 설정된 충전상태들에서의 충전 등가저항 데이터를 기초로 산출되는 것이 바람직하다.
- <53>      상기 충전 등가저항 산출단계에서, 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 충전상태에서의 충전 등가저항값은, 상기 현재 충전 전류가 속하는 상기 설정된 충전 전류 구간의 상기 설정된 배터리 온도 및 상기 설정된 충전상태들에서의 충전 등가저항 데이터를 이용하여 보간법을 수행하여 산출되는 것이 바람직하다.
- <54>      상기 유효 무부하 전압 산출단계에서, 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 충전상태에서의 유효 무부하 전압값은, 상기 현재 충전 전류가 속하는 상기 설정된 충전 전류 구간의 상기 설정된 배터리 온도 및 상기 설정된 충전상태들에서의 유효 무부하 전압 데이터를 기초로 산출되는 것이 바람직하다.
- <55>      상기 유효 무부하 전압 산출단계에서, 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 충전상태에서의 유효 무부하 전압값은, 상기 현재 충전 전류가 속하는 상기 설정된 충전 전류 구간의 상기 설정된 배터리 온도 및 상기 설정된 충전상태들에서의 유효 무부하 전압 데이터를 이용하여 보간법을 수행하여 산출되는 것이 바람직하다.
- <56>      상기 배터리 단자 전압 산출단계에서, 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 충전상태에서의 상기 배터리 단자 전압값( $V_{cha\_t}$ )은, 다음 식에 의한 값으로 산출되는 것이 바람직하다.
- <57>      [식]

<58> 
$$V_{cha\_t} = V_{cha\_oc} - I_{cha\_t} \times R_{cha\_e}$$

<59> 여기서,  $V_{cha\_oc}$ 는 충전 유효 무부하 전압값이고,  $I_{cha\_t}$ 는 상기 현재 충전 전류이며,  $R_{cha\_e}$ 는 충전 등가저항값이다.

<60> 상기 설정된 충전 전류 구간은, 충전 전류의 크기가 1C 보다 작은 구간, 충전 전류의 크기가 1C 이상이고 5C 이하인 구간, 및 충전 전류의 크기가 5C 보다 큰 구간을 포함하는 것이 바람직하다.

<61> 본 발명의 다른 실시예에 의한 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법은,

<62> 설정된 충전 전류 구간들에서 설정된 배터리 온도들과 설정된 충전상태(State of Charge)들 별로 설정된 충전 등가저항 데이터를 기초로, 현재 충전 전류, 현재 배터리 온도, 및 현재 충전상태에서의 충전 등가저항을 산출하는 충전 등가저항 산출단계;

<63> 상기 설정된 충전 전류 구간들에서 상기 설정된 배터리 온도들과 상기 설정된 충전상태들 별로 설정된 유효 무부하 전압 데이터를 기초로, 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도, 및 상기 현재 충전상태에서의 유효 무부하 전압을 산출하는 유효 무부하 전압 산출단계; 및

<64> 상기 산출된 충전 등가저항과 상기 산출된 유효 무부하 전압을 기초로, 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도, 및 상기 현재 충전상태에서의 배터리 정상상태 단자 전압을 산출하는 정상상태 배터리 단자 전압 산출단계를 포함하는 것이 바람직하다.

<65> 상기 충전 등가저항 산출단계에서, 상기 충전 등가저항은,

- <66> 상기 설정된 충전 전류 구간들 중에서 상기 현재 충전 전류가 속하는 구간의 상기 설정된 배터리 온도들과 상기 설정된 충전상태들 별로 설정된 충전 등가저항 데이터와, 상기 현재 배터리 온도와 상기 현재 충전상태를 기초로 산출되는 것이 바람직하다.
- <67> 상기 충전 등가저항은, 상기 충전 등가저항 데이터를 이용하는 보간법을 통하여 상기 현재 배터리 온도와 상기 현재 충전상태에 해당하는 값으로 산출되는 것이 바람직하다.
- <68> 상기 유효 무부하 전압 산출단계에서, 상기 유효 무부하 전압은,
- <69> 상기 설정된 충전 전류 구간들 중에서 상기 현재 충전 전류가 속하는 구간의 상기 설정된 배터리 온도들과 상기 설정된 충전상태들 별로 설정된 유효 무부하 전압 데이터와, 상기 현재 배터리 온도와 상기 현재 충전상태를 기초로 산출되는 것이 바람직하다.
- <70> 상기 유효 무부하 전압은, 상기 유효 무부하 전압 데이터를 이용하는 보간법을 통하여 상기 현재 배터리 온도와 상기 현재 충전상태에 해당하는 값으로 산출되는 것이 바람직하다.
- <71> 상기 정상상태 배터리 단자 전압 산출단계에서, 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 충전상태에서의 상기 배터리 단자 전압값( $V_{cha\_t}$ )은, 다음 식에 의한 값으로 산출되는 것이 바람직하다.
- <72> [식]
- <73> 
$$V_{cha\_t} = V_{cha\_oc} - I_{cha\_t} \times R_{cha\_e}$$
- <74> 여기서,  $V_{cha\_oc}$ 는 충전 유효 무부하 전압값이고,  $I_{cha\_t}$ 는 상기 현재 충전 전류이며,  $R_{cha\_e}$ 는 충전 등가저항값이다.
- <75> 본 발명의 다른 실시예에 의한 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법은,

- <76> 설정된 방전 전류 구간별로 설정된 배터리 온도들 및 설정된 방전상태(Depth of Discharge)들에서의 방전 등가저항 데이터를 산출하는 방전 등가저항 데이터 산출단계;
- <77> 상기 산출된 방전 등가저항 데이터를 기초로 상기 설정된 방전 전류 구간별로 상기 설정된 배터리 온도들 및 상기 설정된 방전상태에서의 유효 무부하 전압 데이터를 산출하는 유효 무부하 전압 데이터 산출단계;
- <78> 상기 방전 등가저항 데이터를 기초로 현재 방전 전류, 현재 배터리 온도 및 현재 방전상태에서의 방전 등가저항값을 산출하는 방전 등가저항 산출단계;
- <79> 상기 유효 무부하 전압 데이터를 기초로 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 방전상태에서의 유효 무부하 전압값을 산출하는 유효 무부하 전압 산출단계; 및
- <80> 상기 산출된 방전 등가저항값과 유효 무부하 전압값을 기초로 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 방전상태에서의 배터리 정상상태 단자 전압값을 산출하는 배터리 단자 전압 산출단계를 포함한다.
- <81> 상기 방전 등가저항 데이터 산출단계는,
- <82> 상기 각각의 설정된 방전 전류 구간에 속하는 제1방전 전류( $I_1$ )를 이용하여 상기 각각의 설정된 배터리 온도에서 배터리를 정전류 방전하면서 상기 설정된 방전상태들에서의 제1 배터리 단자 전압( $V_1$ )들을 검출하는 단계;
- <83> 상기 각각의 설정된 방전 전류 구간에 속하는 제2방전 전류( $I_2$ )를 이용하여 상기 각각의 설정된 배터리 온도에서 상기 배터리를 정전류 방전하면서 상기 설정된 방전상태들에서의 제2 배터리 단자 전압( $V_2$ )들을 검출하는 단계; 및

<84> 상기 제1방전 전류( $I_1$ ), 상기 제1 배터리 단자 전압( $V_1$ ), 상기 제2방전 전류( $I_2$ ), 및 상기 제2 배터리 단자 전압( $V_2$ )을 기초로, 상기 설정된 방전 전류 구간별로 상기 설정된 배터리 온도들 및 상기 설정된 방전상태들에서의 상기 방전 등가저항 데이터를 산출하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

<85> 상기 방전 등가저항 데이터( $R_{dch\_e\_data}$ )는 다음의 식에 의한 값으로 산출되는 것이 바람직하다.

<86> [식]

<87>

$$R_{dch\_e\_data} = \left( \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1} \right) @ DOD$$

<88> 여기서, "@DOD"는 상기 각각의 설정된 방전상태(DOD)에서 방전 등가저항 데이터가 산출됨을 의미한다.

<89> 상기 유효 무부하 전압 데이터( $V_{dch\_oc\_data}$ )는 다음의 구 개의 식 중 어느 하나에 의한 값으로 산출되는 것이 바람직하다.

<90> [식]

<91>

$$V_{dch\_oc\_data} = V_2 + I_2 \times R_{dch\_e\_data} @ DOD$$

<92> 여기서, "@DOD"는 상기 각각의 설정된 방전상태(DOD)에서 유효 무부하 전압이 산출됨을 의미한다.

<93> [식]

<94>

$$V_{dch\_oc\_data} = V_1 + I_1 \times R_{dch\_e\_data} @ DOD$$



- <95> 여기서, "@DOD"는 상기 각각의 설정된 방전상태(DOD)에서 유효 무부하 전압이 산출됨을 의미한다.
- <96> 상기 방전 등가저항 산출단계에서, 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 방전상태에서의 방전 등가저항값은, 상기 현재 방전 전류가 속하는 상기 설정된 방전 전류 구간의 상기 설정된 배터리 온도 및 상기 설정된 방전상태들에서의 방전 등가저항 데이터를 기초로 산출되는 것이 바람직하다.
- <97> 상기 방전 등가저항 산출단계에서, 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 방전상태에서의 방전 등가저항값은, 상기 현재 방전 전류가 속하는 상기 설정된 방전 전류 구간의 상기 설정된 배터리 온도 및 상기 설정된 방전상태들에서의 방전 등가저항 데이터를 이용하여 보간법을 수행하여 산출되는 것이 바람직하다.
- <98> 상기 유효 무부하 전압 산출단계에서, 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 방전상태에서의 유효 무부하 전압값은, 상기 현재 방전 전류가 속하는 상기 설정된 방전 전류 구간의 상기 설정된 배터리 온도 및 상기 설정된 방전상태들에서의 유효 무부하 전압 데이터를 기초로 산출되는 것이 바람직하다.
- <99> 상기 유효 무부하 전압 산출단계에서, 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 방전상태에서의 유효 무부하 전압값은, 상기 현재 방전 전류가 속하는 상기 설정된 방전 전류 구간의 상기 설정된 배터리 온도 및 상기 설정된 방전상태들에서의 유효 무부하 전압 데이터를 이용하여 보간법을 수행하여 산출되는 것이 바람직하다.

<100> 상기 배터리 단자 전압 산출단계에서, 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 방전상태에서의 상기 배터리 단자 전압값( $V_{dch\_t}$ )은, 다음 식에 의한 값으로 산출되는 것이 바람직하다.

<101> [식]

$$V_{dch\_t} = V_{dch\_oc} - I_{dch\_t} \times R_{dch\_e}$$

<103> 여기서,  $V_{dch\_oc}$ 는 방전 유효 무부하 전압값이고,  $I_{dch\_t}$ 는 상기 현재 방전 전류이며,  $R_{dch\_e}$ 는 방전 등가저항값이다.

<104> 상기 설정된 방전 전류 구간은, 방전 전류의 크기가 5C 보다 작은 구간, 방전 전류의 크기가 5C 이상이고 10C 이하인 구간, 및 방전 전류의 크기가 10C 보다 큰 구간을 포함하는 것이 바람직하다.

<105> 본 발명의 다른 실시예에 의한 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법은,

<106> 설정된 방전 전류 구간들에서 설정된 배터리 온도들과 설정된 방전상태(Depth of Discharge)들 별로 설정된 방전 등가저항 데이터를 기초로, 현재 방전 전류, 현재 배터리 온도, 및 현재 방전상태에서의 방전 등가저항을 산출하는 방전 등가저항 산출단계;

<107> 상기 설정된 방전 전류 구간들에서 상기 설정된 배터리 온도들과 상기 설정된 방전상태들 별로 설정된 유효 무부하 전압 데이터를 기초로, 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도, 및 상기 현재 방전상태에서의 유효 무부하 전압을 산출하는 유효 무부하 전압 산출단계; 및

- <108>      상기 산출된 방전 등가저항과 상기 산출된 유효 무부하 전압을 기초로, 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도, 및 상기 현재 방전상태에서의 배터리 정상상태 단자 전압을 산출하는 정상상태 배터리 단자 전압 산출단계를 포함하는 것이 바람직하다.
- <109>      상기 방전 등가저항 산출단계에서, 상기 방전 등가저항은,
- <110>      상기 설정된 방전 전류 구간들 중에서 상기 현재 방전 전류가 속하는 구간의 상기 설정된 배터리 온도들과 상기 설정된 방전상태들 별로 설정된 방전 등가저항 데이터와, 상기 현재 배터리 온도와 상기 현재 방전상태를 기초로 산출되는 것이 바람직하다.
- <111>      상기 방전 등가저항은, 상기 방전 등가저항 데이터를 이용하는 보간법을 통하여 상기 현재 배터리 온도와 상기 현재 방전상태에 해당하는 값으로 산출되는 것이 바람직하다.
- <112>      상기 유효 무부하 전압 산출단계에서, 상기 유효 무부하 전압은,
- <113>      상기 설정된 방전 전류 구간들 중에서 상기 현재 방전 전류가 속하는 구간의 상기 설정된 배터리 온도들과 상기 설정된 방전상태들 별로 설정된 유효 무부하 전압 데이터와, 상기 현재 배터리 온도와 상기 현재 방전상태를 기초로 산출되는 것이 바람직하다.
- <114>      상기 유효 무부하 전압은, 상기 유효 무부하 전압 데이터를 이용하는 보간법을 통하여 상기 현재 배터리 온도와 상기 현재 방전상태에 해당하는 값으로 산출되는 것이 바람직하다.
- <115>      상기 정상상태 배터리 단자 전압 산출단계에서, 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 방전상태에서의 상기 배터리 단자 전압값( $V_{dch\_t}$ )은, 다음 식에 의한 값으로 산출되는 것이 바람직하다.

<116>      [식]

<117>      
$$V_{dch\_t} = V_{dch\_oc} - I_{dch\_t} \times R_{dch\_e}$$



<118> 여기서,  $V_{dch\_oc}$ 는 방전 유효 무부하 전압값이고,  $I_{dch\_t}$ 는 상기 현재 방전 전류이며,  $R_{dch\_e}$ 는 방전 등가저항값이다.

<119> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조로 설명한다.

<120> 본 발명의 실시예에 의한 정상상태(steady state)의 배터리의 단자 전압을 산출하기 위한 방법은, 도3에 도시된 바와 같은 정상상태에서의 배터리의 전기등가회로를 이용한다.

<121> 정상상태에서의 배터리 단자 전압( $V_t$ )은 다음의 식3에 의한 값으로 계산된다.

<122> [식3]

<123> 
$$V_t = V_{oc} - I_t \times R_e$$

<124> 여기서,  $V_{oc}$ 는 충전 유효 무부하 전압(또는 방전 유효 무부하 전압)이고,  $I_t$ 는 충전 전류(또는 방전 전류)이며,  $R_e$ 는 충전 등가저항(또는 방전 등가저항)이다.

<125> 배터리의 내부저항은, 양극/음극 단자 및 전류 컬렉터(current collector)에 의한 도체 저항과, 배터리 충전상태(state of charge, SOC) 또는 방전상태(depth of discharge, DOD)에 따른 화학반응 및 전해액에 의한 전기화학적 저항으로 구성된다. 전기화학적 반응은 배터리의 충전상태(또는 방전상태) 및 반응온도(배터리 온도)에 따라 고유한 값을 가진다.

<126> 따라서, 본 발명의 실시예에 의한 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법에서는, 설정된 온도(배터리 온도)들에서 그 크기가 다른 정전류로 충전(또는 방전)을 수행하면서 설정된 충전 상태들에서 단자 전압을 검출하고, 사용된 정전류와 단자 전압을 이용하여 각각의 설정된 온도 및 각각의 충전상태에서의 배터리의 정상상태 충전 등가저항(또는 방전 등가저항)을 산출한다



- <127> 또한, 본 발명의 실시예에 의한 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법에서는, 유효 무부하 전압을 실측하기가 곤란하므로, 상기와 같이 산출된 충전 등가저항(또는 방전 등가저항)을 이용하여 이론적인 전압 전류 관계식을 이용하여 충전 유효 무부하 전압(또는 방전 유효 무부하 전압)을 산출한다.
- <128> 본 발명의 실시예에 의한 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법은, 이와 같은 방식으로 산출된 충전 등가저항(또는 방전 등가저항) 값들을 포함하는 충전 등가저항 데이터(또는 방전 등가저항 데이터)와, 충전 유효 무부하 전압(또는 방전 유효 무부하 전압) 값들을 포함하는 충전 유효 무부하 전압 데이터(또는 방전 유효 무부하 전압 데이터)를 이용하여 상기 식3으로부터 배터리의 정상상태 단자 전압을 산출한다.
- <129> 도4를 참조하여 충전 등가저항 데이터 및 충전 유효 무부하 전압 데이터의 산출방법에 대해서 설명한다.
- <130> 먼저, 배터리(11)에 대한 정격용량 시험을 통하여 배터리 정격용량(Ah)이 산출된다(S401).
- <131> 그리고, 배터리 온도는 설정된 배터리 온도로 유지된다(S403).
- <132> 배터리의 특성값은 그 온도에 따라 변하므로, 2이상의 배터리 온도에 대해서 충전 등가저항 데이터와 충전 유효 무부하 전압 데이터를 확보하는 것이 바람직하다.
- <133> 따라서, 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법에서는, 설정된 배터리 온도는 0℃, 25℃, 및 40℃를 포함하는 것이 바람직하다. 설정된 배터리 온도는 배터리 특성에 따라 다르게 설정될 수 있음은 물론이다.



- <134>        설정된 배터리 온도는 배터리 온도에 따르는 배터리 전기화학 반응의 비선형성으로 인한 오차를 최소화할 수 있도록 설정되는 것이 바람직하다.
- <135>        또한, 충전 등가저항은 충전 전류의 크기에 따라 그 값이 변하므로, 2이상의 설정된 충전 전류 구간에 대해서 각각 충전 등가저항 데이터가 산출되는 것이 바람직하다.
- <136>        본 발명의 실시예에 의한 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법에서는, 설정된 충전 전류 구간이 3개의 구간을 포함한다. 즉, 설정된 충전 전류 구간은, 충전 전류가 1C 보다 작은 구간, 충전 전류가 1C와 5C 사이인 구간, 및 충전 전류가 5C 보다 큰 구간을 포함한다. 다만, 본 실시예에서는, 배터리 온도가 0℃인 경우에는, 설정된 충전 전류 구간은, 충전 전류가 1C 보다 작은 구간과 충전 전류가 1C 보다 큰 구간을 포함한다.
- <137>        그러나, 설정된 충전 전류 구간은 배터리의 특성에 따라 이와 다르게 설정될 수 있음은 물론이다.
- <138>        충전 전류 구간은 충전 전류의 크기에 따르는 배터리 전기화학 반응의 비선형성으로 인한 오차를 최소화할 수 있도록 설정되는 것이 바람직하다.
- <139>        "1C"는 배터리의 정격용량을 1시간동안 방전하거나 충전하는 전류의 크기이다.
- <140>        설정된 배터리 온도가 유지되는 상태에서, 배터리(11)가 설정된 충전 전류 구간에 속하는 제1정전류( $I_1$ )로 충전된다(S405).
- <141>        배터리(11)가 제1정전류로 충전되는 과정에서, 설정된 충전상태(state of charge, SOC)들에서 제1 배터리 단자 전압( $V_1$ )들이 검출된다(S407).



- <142> 예를 들어, 충전상태가 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%인 시점에서의 배터리의 단자 전압들이 검출된다. 설정된 충전상태는 배터리의 특성에 따라 다르게 설정될 수 있음은 물론이다.
- <143> 또한, 설정된 배터리 온도가 유지되는 상태에서, 배터리(11)는 설정된 충전 전류 구간에 제2정전류( $I_2$ )로 충전된다(S409).
- <144> 배터리(11)가 제2정전류로 충전되는 과정에서, 설정된 충전상태(SOC)들에서 제2 배터리 단자 전압( $V_2$ )들이 검출된다(S411).
- <145> 그리고 나서, 각각의 설정된 충전상태들에서 검출된 제1 배터리 단자 전압과 제2 배터리 단자 전압을 기초로, 충전 등가저항 데이터가 산출된다(S413).
- <146> 충전 등가저항 데이터( $R_{cha\_e\_data}$ )는 각 충전상태별로 산출된 충전 등가저항(charge equivalent resistance)을 포함하며, 충전 등가저항 데이터는 다음의 식4에 의한 값으로 산출된다.
- <147> [식4]
- <148> 
$$R_{cha\_e\_data} = \left( \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1} \right) @ SOC$$
- <149> 여기서, "@SOC"는 각각의 충전상태(SOC)에서 충전 등가저항이 산출됨을 의미한다.
- <150> 그리고, 산출된 충전 등가저항 데이터를 기초로, 충전 유효 무부하 전압 데이터가 산출된다(S415).



<151> 충전 유효 무부하 전압 데이터( $V_{cha\_oc\_data}$ )는 각 충전상태별로 산출된 충전 유효 무부하 전압(charge effective no load voltage)을 포함하며, 충전 유효 무부하 전압 데이터는 다음의 식5에 의한 값으로 산출된다.

<152> [식5]

<153> 
$$V_{cha\_oc\_data} = V_2 + I_2 \times R_{cha\_e\_data} @ SOC$$

<154> 또는, 
$$V_{cha\_oc\_data} = V_1 + I_1 \times R_{cha\_e\_data} @ SOC$$

<155> 여기서, "@SOC"는 각각의 충전상태(SOC)에서 충전 유효 무부하 전압이 산출됨을 의미한다

<156> 설정된 배터리 온도가 유지되는 상태에서 각각의 충전 전류 구간들에 대해서 그 구간에 속하는 충전 전류를 이용하여 S405 내지 S415 과정이 반복 수행되면, 해당 설정된 배터리 온도에서의 충전 등가저항 데이터와 충전 유효 무부하 전압 데이터가 산출된다.

<157> 그리고, 각각의 설정된 배터리 온도 별로 S403 내지 S415 과정이 반복 수행되면, 각각의 설정된 배터리 온도 별로 충전 등가저항 데이터와 충전 유효 무부하 전압 데이터가 산출된다.

<158> 도8 내지 도15에는 특정 사양의 배터리(Panasonic EV Energy<sup>®</sup> Ni-MH 6.5Ah 배터리)를 이용하여 산출된 충전 등가저항 데이터와 충전 유효 무부하 전압 데이터를 예시적으로 보여주고 있다.

<159> 도8 내지 도10은 설정된 배터리 온도가 25℃인 경우이고, 도11 내지 도13은 설정된 배터리 온도가 40℃인 경우이며, 도14 및 도15는 설정된 배터리 온도가 0℃인 경우이다.



- <160> 도8에는, 설정된 배터리 온도가 25℃이고 충전 전류가 1C 보다 작은 구간(즉, 제1정전류와 제2정전류가 1C 보다 작은 구간)에 속하는 경우, 각각의 설정된 충전상태(state of charge, SOC)들에서의 충전 등가저항 데이터와 충전 유효 무부하 전압 데이터가 도시되어 있다.
- <161> 도9에는, 설정된 배터리 온도가 25℃이고 충전 전류가 1C 보다 크고 5C 보다 작은 구간(즉, 제1정전류와 제2정전류가 1C 보다 크고 5C 보다 작은 구간)에 속하는 경우, 각각의 설정된 충전상태들에서의 충전 등가저항 데이터와 충전 유효 무부하 전압 데이터가 도시되어 있다.
- <162> 도10에는, 설정된 배터리 온도가 25℃이고 충전 전류가 5C 보다 큰 구간(즉, 제1정전류와 제2정전류가 5C 보다 큰 구간)에 속하는 경우, 각각의 설정된 충전상태들에서의 충전 등가저항 데이터와 충전 유효 무부하 전압 데이터가 도시되어 있다.
- <163> 한편, 도11에는, 설정된 배터리 온도가 40℃이고 충전 전류가 1C 보다 작은 구간(즉, 제1정전류와 제2정전류가 1C 보다 작은 구간)에 속하는 경우, 각각의 설정된 충전상태(state of charge, SOC)들에서의 충전 등가저항 데이터와 충전 유효 무부하 전압 데이터가 도시되어 있다.
- <164> 도12에는, 설정된 배터리 온도가 40℃이고 충전 전류가 1C 보다 크고 5C 보다 작은 구간(즉, 제1정전류와 제2정전류가 1C 보다 크고 5C 보다 작은 구간)에 속하는 경우, 각각의 설정된 충전상태들에서의 충전 등가저항 데이터와 충전 유효 무부하 전압 데이터가 도시되어 있다.
- <165> 도13에는, 설정된 배터리 온도가 40℃이고 충전 전류가 5C 보다 큰 구간(즉, 제1정전류와 제2정전류가 5C 보다 큰 구간)에 속하는 경우, 각각의 설정된 충전상태들에서의 충전 등가저항 데이터와 충전 유효 무부하 전압 데이터가 도시되어 있다.



- <166> 그리고, 도14에는, 설정된 배터리 온도가 0℃이고 충전 전류가 1C 보다 작은 구간(즉, 제1정전류와 제2정전류가 1C 보다 작은 구간)에 속하는 경우, 각각의 설정된 충전상태(state of charge, SOC)들에서의 충전 등가저항 데이터와 충전 유효 무부하 전압 데이터가 도시되어 있다.
- <167> 도15에는, 설정된 배터리 온도가 0℃이고 충전 전류가 1C 보다 큰 구간(즉, 제1정전류와 제2정전류가 1C 보다 큰 구간)에 속하는 경우, 각각의 설정된 충전상태(state of charge, SOC)들에서의 충전 등가저항 데이터와 충전 유효 무부하 전압 데이터가 도시되어 있다.
- <168> 도8 및 도15에 도시된 바와 같이, 배터리 온도, 충전상태, 충전 전류 구간에 따라 충전 등가저항과 충전 유효 무부하 전압이 달라짐을 알 수 있다.
- <169> 충전상태 값이 증가하면서 충전 등가저항이 대체적으로 증가함을 알 수 있고, 충전 유효 무부하 전압값은 상기 식5에 의해 산출된 값이다.
- <170> 도5를 참조하여 방전 등가저항 데이터 및 방전 유효 무부하 전압 데이터의 산출방법에 대해서 설명한다.
- <171> 먼저, 배터리(11)에 대한 정격용량 시험을 통하여 배터리 정격용량(Ah)이 산출된다(S501).
- <172> 그리고, 배터리 온도는 설정된 배터리 온도로 유지된다(S503).
- <173> 충전의 경우와 마찬가지로, 방전 등가저항 데이터 및 방전 유효 무부하 전압 데이터는 설정된 배터리 온도별로 설정된 방전 전류 구간별로 산출되는 것이 바람직하다.
- <174> 설정된 배터리 온도는 0℃, 25℃, 및 40℃를 포함하는 것이 바람직하다. 설정된 배터리 온도는 배터리 특성에 따라 다르게 설정될 수 있음은 물론이다.



- <175>        설정된 배터리 온도는 배터리 온도에 따르는 배터리 전기화학 반응의 비선형성으로 인한 오차를 최소화할 수 있도록 설정되는 것이 바람직하다.
- <176>        또한, 방전 등가저항은 방전 전류의 크기에 따라 그 값이 변하므로, 2이상의 설정된 방전 전류 구간에 대해서 각각 방전 등가저항 데이터가 산출되는 것이 바람직하다.
- <177>        본 발명의 실시예에 의한 배터리 정상상태·단자 전압 산출방법에서는, 설정된 방전 전류 구간이 3개의 구간을 포함한다. 즉, 설정된 방전 전류 구간은, 방전 전류가 5C 보다 작은 구간, 방전 전류가 5C와 10C 사이인 구간, 및 방전 전류가 10C 보다 큰 구간을 포함한다. 다만, 본 실시예에서는, 배터리 온도가 0℃인 경우에는, 설정된 방전 전류 구간은, 방전 전류가 1C 보다 작은 구간과 방전 전류가 1C 보다 큰 구간을 포함한다. 그러나, 설정된 방전 전류 구간은 배터리의 특성에 따라 이와 다르게 설정될 수 있음은 물론이다.
- <178>        방전 전류 구간은 방전 전류의 크기에 따르는 배터리 전기화학 반응의 비선형성으로 인한 오차를 최소화할 수 있도록 설정되는 것이 바람직하다.
- <179>        설정된 배터리 온도가 유지되는 상태에서, 배터리(11)가 설정된 방전 전류 구간에 속하는 제1정전류( $I_1$ )로 방전된다(S505).
- <180>        배터리(11)가 제1정전류로 방전되는 과정에서, 설정된 방전상태(depth of discharge, DOD)들에서 제1 배터리 단자 전압( $V_1$ )들이 검출된다(S407). 방전상태(DOD)는 "100 - 충전상태"에 의한 값으로 산출된다.
- <181>        예를 들어, 방전상태가 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%인 시점에서의 배터리의 단자 전압들이 검출된다. 설정된 방전상태는 배터리의 특성에 따라 다르게 설정될 수 있음은 물론이다.

<182> 또한, 설정된 배터리 온도가 유지되는 상태에서, 배터리(11)는 설정된 방전 전류 구간에 제2정전류( $I_2$ )로 방전된다(S509).

<183> 배터리(11)가 제2정전류로 방전되는 과정에서, 설정된 방전상태(SOC)들에서 제2 배터리 단자 전압( $V_2$ )들이 검출된다(S511).

<184> 그리고 나서, 각각의 설정된 방전상태들에서 검출된 제1 배터리 단자 전압과 제2 배터리 단자 전압을 기초로, 방전 등가저항 데이터가 산출된다(S513).

<185> 방전 등가저항 데이터( $R_{dch\_e\_data}$ )는 각 방전상태별로 산출된 방전 등가저항(discharge equivalent resistance)을 포함하며, 방전 등가저항 데이터는 다음의 식6에 의한 값으로 산출된다.

<186> [식6]

<187>

$$R_{dch\_e\_data} = \left( \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1} \right) @ DOD$$

<188> 여기서, "@DOD"는 각각의 방전상태(DOD)에서 방전 등가저항이 산출됨을 의미한다.

<189> 그리고, 산출된 방전 등가저항 데이터를 기초로, 방전 유효 무부하 전압 데이터가 산출된다(S515).

<190> 방전 유효 무부하 전압 데이터( $V_{dch\_oc\_data}$ )는 각 방전상태별로 산출된 방전 유효 무부하 전압(discharge effective no load voltage)을 포함하며, 방전 유효 무부하 전압 데이터는 다음의 식7에 의한 값으로 산출된다.

<191> [식7]



<192> 
$$V_{dch\_oc\_data} = V_2 + I_2 \times R_{dch\_e\_data} @ DOD$$

<193> 또는, 
$$V_{dch\_oc\_data} = V_1 + I_1 \times R_{dch\_e\_data} @ DOD$$

<194> 여기서, "@DOD"는 각각의 방전상태(DOD)에서 방전 유효 무부하 전압이 산출됨을 의미한다

<195> 설정된 배터리 온도가 유지되는 상태에서 각각의 방전 전류 구간들에 대해서 그 구간에 속하는 방전 전류를 이용하여 S505 내지 S515 과정이 반복 수행되면, 해당 설정된 배터리 온도에서의 방전 등가저항 데이터와 방전 유효 무부하 전압 데이터가 산출된다.

<196> 그리고, 각각의 설정된 배터리 온도 별로 S503 내지 S515 과정이 반복 수행되면, 각각의 설정된 배터리 온도 별로 방전 등가저항 데이터와 방전 유효 무부하 전압 데이터가 산출된다.

<197> 도16 내지 도23에는 특정 사양의 배터리(Panasonic EV Energy<sup>®</sup> Ni-MH 6.5Ah 배터리)를 이용하여 산출된 방전 등가저항 데이터와 방전 유효 무부하 전압 데이터를 예시적으로 보여주고 있다.

<198> 도16 내지 도18은 설정된 배터리 온도가 25℃인 경우이고, 도19 내지 도21은 설정된 배터리 온도가 40℃인 경우이며, 도22 및 도23은 설정된 배터리 온도가 0℃인 경우이다.

<199> 도16 및 도23에 도시된 바와 같이, 배터리 온도, 방전상태(DOD), 및 방전 전류 구간에 따라 방전 등가저항과 방전 유효 무부하 전압이 달라짐을 알 수 있다.

<200> 방전상태 값이 증가하면서 방전 등가저항이 대체적으로 증가함을 알 수 있고, 방전 유효 무부하 전압값은 상기 식7에 의해 산출된 값이다.



- <201> 도6은 본 발명의 실시예에 의한 충전시의 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법을 보여주는 순서도이다.
- <202> 먼저, 충전 등가저항 데이터와 충전 유효 무부하 전압 데이터가 산출된다(S601, S603).
- <203> 충전 등가저항 데이터와 충전 유효 무부하 전압 데이터는 상기한 바와 같은 도4에 나타난 과정에 의해 산출되는 것이 바람직하다.
- <204> 산출된 충전 등가저항 데이터를 기초로 현재 충전 전류, 현재 배터리 온도, 및 현재 충전상태에서의 충전 등가저항이 산출된다(S605).
- <205> 이때, 충전 등가저항을 산출함에 있어서, 현재 충전 전류가 속하는 설정된 충전 전류 구간의 충전 등가저항 데이터를 이용한다.
- <206> 그리고, 해당하는 충전 전류 구간의 충전 등가저항 데이터를 이용하여, 충전상태와 배터리 온도에 대하여 보간법(interpolation)을 수행함으로써, 현재 충전 전류, 현재 배터리 온도, 및 현재 충전상태에서의 충전 등가저항이 산출될 수 있다.
- <207> 예를 들어, 현재 충전 전류가 3C이고, 현재 충전상태가 0.45(즉, 45%)이며, 현재 배터리 온도가 30℃인 경우라면, 현재 충전 전류가 속하는 구간인 충전 전류가 1C 보다 크고 5C 보다 작은 구간의 충전 등가저항 데이터 중에서 설정된 배터리 온도가 25℃인 도9의 충전 등가저항 데이터와 도12의 충전 등가저항 데이터를 이용하여 충전 등가저항이 산출된다. 보다 구체적으로는, 도9에서 충전상태가 0.4에 해당하는 충전 등가저항값과 충전상태가 0.5에 해당하는 충전 등가저항값을 이용하여 충전상태에 대한 보간법을 수행함으로써, 배터리 온도가 25℃이고 충전상태가 0.45인 경우에 해당하는 충전 등가저항값을 산출하고, 마찬가지로, 도12에서 충전상태가 0.4에 해당하는 충전 등가저항값과 충전상태가 0.5에 해당하는 충전 등가저항값을 이용하



여 충전상태에 대한 보간법을 수행함으로써, 배터리 온도가 40℃이고 충전상태가 0.45인 경우에 해당하는 충전 등가저항값을 산출한다. 그리고 나서, 배터리 온도가 25℃이고 충전상태가 0.45인 경우에 해당하는 충전 등가저항값과, 배터리 온도가 40℃이고 충전상태가 0.45인 경우에 해당하는 충전 등가저항값을 이용하여, 온도에 대한 보간법을 수행함으로써, 배터리 온도가 30℃이고 충전상태가 0.45인 경우에 해당하는 충전 등가저항을 산출할 수 있다.

<208> 그리고, 산출된 충전 유효 무부하 전압 데이터를 기초로 현재 충전 전류, 현재 배터리 온도, 및 현재 충전상태에서의 충전 유효 무부하 전압이 산출된다(S607).

<209> 충전 유효 무부하 전압은 충전 등가저항의 산출과 동일한 방식으로 산출될 수 있다.

<210> 즉, 충전 유효 무부하 전압을 산출함에 있어서, 현재 충전 전류가 속하는 설정된 충전 전류 구간의 충전 유효 무부하 전압 데이터를 이용한다.

<211> 그리고, 해당하는 충전 전류 구간의 충전 유효 무부하 전압 데이터를 이용하여, 충전상태와 배터리 온도에 대하여 보간법을 수행함으로써, 현재 충전 전류, 현재 배터리 온도, 및 현재 충전상태에서의 충전 유효 무부하 전압이 산출될 수 있다.

<212> 그리고 나서, 산출된 충전 등가저항과 충전 유효 무부하 전압을 기초로 배터리 정상상태 단자 전압이 산출된다(S609).

<213> 이때, 산출된 충전 등가저항( $R_{cha-e}$ )과 충전 유효 무부하 전압( $V_{cha-oc}$ )과 현재 충전 전류( $I_{cha-t}$ )를 상기한 식3에 대입함으로써, 배터리 정상상태 단자 전압이 산출된다.

<214> 한편, 도7은 본 발명의 실시예에 의한 방전시의 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법을 보여주는 순서도이다.

<215> 먼저, 방전 등가저항 데이터와 방전 유효 무부하 전압 데이터가 산출된다(S701, S703).

- <216> 방전 등가저항 데이터와 방전 유효 무부하 전압 데이터는 상기한 바와 같은 도5에 나타난 과정에 의해 산출되는 것이 바람직하다.
- <217> 산출된 방전 등가저항 데이터를 기초로 현재 방전 전류, 현재 배터리 온도, 및 현재 방전상태에서의 방전 등가저항이 산출된다(S705).
- <218> 이때, 방전 등가저항을 산출함에 있어서, 현재 방전 전류가 속하는 설정된 방전 전류 구간의 방전 등가저항 데이터를 이용한다.
- <219> 그리고, 해당하는 방전 전류 구간의 방전 등가저항 데이터를 이용하여, 방전상태와 배터리 온도에 대하여 보간법(interpolation)을 수행함으로써, 현재 방전 전류, 현재 배터리 온도, 및 현재 방전상태에서의 방전 등가저항이 산출될 수 있다.
- <220> 보간법을 이용한 방전 등가저항의 산출은 상기한 충전 등가저항의 산출과 유사하므로, 이에 대한 구체적인 설명은 생략한다.
- <221> 그리고, 산출된 방전 유효 무부하 전압 데이터를 기초로 현재 방전 전류, 현재 배터리 온도, 및 현재 방전상태에서의 방전 유효 무부하 전압이 산출된다(S707).
- <222> 방전 유효 무부하 전압은 방전 등가저항의 산출과 동일한 방식으로 산출될 수 있다.
- <223> 즉, 방전 유효 무부하 전압을 산출함에 있어서, 현재 방전 전류가 속하는 설정된 방전 전류 구간의 방전 유효 무부하 전압 데이터를 이용한다.
- <224> 그리고, 해당하는 방전 전류 구간의 방전 유효 무부하 전압 데이터를 이용하여, 방전상태와 배터리 온도에 대하여 보간법을 수행함으로써, 현재 방전 전류, 현재 배터리 온도, 및 현재 방전상태에서의 방전 유효 무부하 전압이 산출될 수 있다.



- <225> 그리고 나서, 산출된 방전 등가저항과 방전 유효 무부하 전압을 기초로 배터리 정상상태 단자 전압이 산출된다(S709).
- <226> 이때, 산출된 방전 등가저항( $R_{dch-e}$ )과 방전 유효 무부하 전압( $V_{dch-oc}$ )과 현재 방전 전류( $I_{dch-t}$ )를 상기한 식3에 대입함으로써, 배터리 정상상태 단자 전압이 산출된다.
- <227> 도24 내지 도31에는 본 발명의 실시예에 의한 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법에 의한 배터리 정상상태 단자 전압의 시뮬레이션 결과가 도시되어 있다.
- <228> 도24 내지 도26은 충전시의 배터리 정상상태 단자 전압을 보여주며, 도24는 배터리 온도가 0℃인 경우이고, 도25는 배터리 온도가 25℃인 경우이고, 도26은 배터리 온도가 40℃인 경우이다.
- <229> 도24 내지 도26에 도시된 바와 같이, 충전상태가 높아질수록 배터리 단자 전압이 커짐을 알 수 있고, 배터리 온도가 높아질수록 배터리 단자 전압이 감소함을 알 수 있다.
- <230> 도27 내지 도29는 방전시의 배터리 정상상태 단자 전압을 보여주며, 도27은 배터리 온도가 0℃인 경우이고, 도28은 배터리 온도가 25℃인 경우이고, 도29는 배터리 온도가 40℃인 경우이다.
- <231> 도27 내지 도29에 도시된 바와 같이, 온도가 낮을수록 또한 방전상태(DOD)가 높을수록 동일한 방전 전류에 대한 배터리 단자 전압이 낮아짐을 알 수 있다.
- <232> 한편, 도30과 도31은 1C의 전류로 충전 및 방전하는 경우에 배터리 온도 변화에 따른 배터리 단자 전압을 변화를 도시하고 있다.



<233>       이상에서, 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 아니하며, 본 발명의 실시예로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 용이하게 변경되어 균등하다고 인정되는 범위의 모든 변경 및/또는 수정을 포함한다.

**【발명의 효과】**

<234>       상기와 같은 본 발명의 실시예에 의한 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법은, 정전류 충전(또는 정전류 방전) 과정에서 얻어지는 단자 전압을 이용함으로써, 충전 전류(또는 방전 전류), 배터리 온도, 및 충전상태(또는 방전상태)에서의 배터리 정상상태 단자 전압을 산출할 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

설정된 충전 전류 구간별로 설정된 배터리 온도들 및 설정된 충전상태(State of Charge)들에서의 충전 등가저항 데이터를 산출하는 충전 등가저항 데이터 산출단계;

상기 산출된 충전 등가저항 데이터를 기초로 상기 설정된 충전 전류 구간별로 상기 설정된 배터리 온도들 및 상기 설정된 충전상태에서의 유효 무부하 전압 데이터를 산출하는 유효 무부하 전압 데이터 산출단계;

상기 충전 등가저항 데이터를 기초로 현재 충전 전류, 현재 배터리 온도 및 현재 충전상태에서의 충전 등가저항값을 산출하는 충전 등가저항 산출단계;

상기 유효 무부하 전압 데이터를 기초로 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 충전상태에서의 유효 무부하 전압값을 산출하는 유효 무부하 전압 산출단계; 및

상기 산출된 충전 등가저항값과 유효 무부하 전압값을 기초로 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 충전상태에서의 배터리 정상상태 단자 전압값을 산출하는 배터리 단자 전압 산출단계를 포함하는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

**【청구항 2】**

제1항에서,

상기 충전 등가저항 데이터 산출단계는,

상기 각각의 설정된 충전 전류 구간에 속하는 제1충전 전류( $I_1$ )를 이용하여 상기 각각의 설정된 배터리 온도에서 배터리를 정전류 충전하면서 상기 설정된 충전상태들에서의 제1 배터리 단자 전압( $V_1$ )들을 검출하는 단계;



상기 각각의 설정된 충전 전류 구간에 속하는 제2충전 전류( $I_2$ )를 이용하여 상기 각각의 설정된 배터리 온도에서 상기 배터리를 정전류 충전하면서 상기 설정된 충전상태들에서의 제2 배터리 단자 전압( $V_2$ )들을 검출하는 단계; 및

상기 제1충전 전류( $I_1$ ), 상기 제1 배터리 단자 전압( $V_1$ ), 상기 제2충전 전류( $I_2$ ), 및 상기 제2 배터리 단자 전압( $V_2$ )을 기초로, 상기 설정된 충전 전류 구간별로 상기 설정된 배터리 온도들 및 상기 설정된 충전상태들에서의 상기 충전 등가저항 데이터를 산출하는 단계를 포함하는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

#### 【청구항 3】

제2항에서,

상기 충전 등가저항 데이터( $R_{cha\_e\_data}$ )는 다음의 식에 의한 값으로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

[식]

$$R_{cha\_e\_data} = \left( \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1} \right) @SOC$$

여기서, "@SOC"는 상기 각각의 설정된 충전상태(SOC)에서 충전 등가저항이 산출됨을 의미한다.

#### 【청구항 4】

제3항에서,

상기 유효 무부하 전압 데이터( $V_{cha\_oc\_data}$ )는 다음의 두 개의 식 중 어느 하나에 의한 값으로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

[식]

$$V_{cha\_oc\_data} = V_2 + I_2 \times R_{cha\_e\_data} @ SOC$$

여기서, "@SOC"는 상기 각각의 설정된 충전상태(SOC)에서 유효 무부하 전압이 산출됨을 의미한다.

[식]

$$V_{cha\_oc\_data} = V_1 + I_1 \times R_{cha\_e\_data} @ SOC$$

여기서, "@SOC"는 상기 각각의 설정된 충전상태(SOC)에서 유효 무부하 전압이 산출됨을 의미한다.

## 【청구항 5】

제1항에서,

상기 충전 등가저항 산출단계에서, 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 충전상태에서의 충전 등가저항값은, 상기 현재 충전 전류가 속하는 상기 설정된 충전 전류 구간의 상기 설정된 배터리 온도 및 상기 설정된 충전상태들에서의 충전 등가저항 데이터를 기초로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

## 【청구항 6】

제5항에서,

상기 충전 등가저항 산출단계에서, 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 충전상태에서의 충전 등가저항값은, 상기 현재 충전 전류가 속하는 상기 설정된 충전 전류 구간의 상기 설정된 배터리 온도 및 상기 설정된 충전상태들에서의 충전 등가저항 데이터를 이용하여 보간법을 수행하여 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

**【청구항 7】**

제1항에서,

상기 유효 무부하 전압 산출단계에서, 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 충전상태에서의 유효 무부하 전압값은, 상기 현재 충전 전류가 속하는 상기 설정된 충전 전류 구간의 상기 설정된 배터리 온도 및 상기 설정된 충전상태들에서의 유효 무부하 전압 데이터를 기초로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

**【청구항 8】**

제7항에서,

상기 유효 무부하 전압 산출단계에서, 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 충전상태에서의 유효 무부하 전압값은, 상기 현재 충전 전류가 속하는 상기 설정된 충전 전류 구간의 상기 설정된 배터리 온도 및 상기 설정된 충전상태들에서의 유효 무부하 전압 데이터를 이용하여 보간법을 수행하여 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

**【청구항 9】**

제1항에서,

상기 배터리 단자 전압 산출단계에서, 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 충전상태에서의 상기 배터리 단자 전압값( $V_{cha\_t}$ )은, 다음 식에 의한 값으로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

[식]

$$V_{cha\_t} = V_{cha\_oc} - I_{cha\_t} \times R_{cha\_e}$$

여기서,  $V_{cha\_oc}$ 는 충전 유효 무부하 전압값이고,  $I_{cha\_t}$ 는 상기 현재 충전 전류이며,  $R_{cha\_e}$ 는 충전 등가저항값이다.

【청구항 10】

제1항에서,

상기 설정된 충전 전류 구간은, 충전 전류의 크기가 1C 보다 작은 구간, 충전 전류의 크기가 1C 이상이고 5C 이하인 구간, 및 충전 전류의 크기가 5C 보다 큰 구간을 포함하는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

【청구항 11】

설정된 충전 전류 구간들에서 설정된 배터리 온도들과 설정된 충전상태(State of Charge)들 별로 설정된 충전 등가저항 데이터를 기초로, 현재 충전 전류, 현재 배터리 온도, 및 현재 충전상태에서의 충전 등가저항을 산출하는 충전 등가저항 산출단계;

상기 설정된 충전 전류 구간들에서 상기 설정된 배터리 온도들과 상기 설정된 충전상태들 별로 설정된 유효 무부하 전압 데이터를 기초로, 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도, 및 상기 현재 충전상태에서의 유효 무부하 전압을 산출하는 유효 무부하 전압 산출단계; 및

상기 산출된 충전 등가저항과 상기 산출된 유효 무부하 전압을 기초로, 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도, 및 상기 현재 충전상태에서의 배터리 정상상태 단자 전압을 산출하는 정상상태 배터리 단자 전압 산출단계를 포함하는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.



【청구항 12】

제11항에서,

상기 충전 등가저항 산출단계에서, 상기 충전 등가저항은,

상기 설정된 충전 전류 구간들 중에서 상기 현재 충전 전류가 속하는 구간의 상기 설정된 배터리 온도들과 상기 설정된 충전상태들 별로 설정된 충전 등가저항 데이터와, 상기 현재 배터리 온도와 상기 현재 충전상태를 기초로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

【청구항 13】

제12항에서,

상기 충전 등가저항은, 상기 충전 등가저항 데이터를 이용하는 보간법을 통하여 상기 현재 배터리 온도와 상기 현재 충전상태에 해당하는 값으로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

【청구항 14】

제11항에서,

상기 유효 무부하 전압 산출단계에서, 상기 유효 무부하 전압은,

상기 설정된 충전 전류 구간들 중에서 상기 현재 충전 전류가 속하는 구간의 상기 설정된 배터리 온도들과 상기 설정된 충전상태들 별로 설정된 유효 무부하 전압 데이터와, 상기 현재 배터리 온도와 상기 현재 충전상태를 기초로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

【청구항 15】

제14항에서,



상기 유효 무부하 전압은, 상기 유효 무부하 전압 데이터를 이용하는 보간법을 통하여 상기 현재 배터리 온도와 상기 현재 충전상태에 해당하는 값으로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

【청구항 16】

제11항에서,

상기 정상상태 배터리 단자 전압 산출단계에서, 상기 현재 충전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 충전상태에서의 상기 배터리 단자 전압값( $V_{cha\_t}$ )은, 다음 식에 의한 값으로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

[식]

$$V_{cha\_t} = V_{cha\_oc} - I_{cha\_t} \times R_{cha\_e}$$

여기서,  $V_{cha\_oc}$ 는 충전 유효 무부하 전압값이고,  $I_{cha\_t}$ 는 상기 현재 충전 전류이며,  $R_{cha\_e}$ 는 충전 등가저항값이다.

【청구항 17】

설정된 방전 전류 구간별로 설정된 배터리 온도들 및 설정된 방전상태(Depth of Discharge)들에서의 방전 등가저항 데이터를 산출하는 방전 등가저항 데이터 산출단계;

상기 산출된 방전 등가저항 데이터를 기초로 상기 설정된 방전 전류 구간별로 상기 설정된 배터리 온도들 및 상기 설정된 방전상태에서의 유효 무부하 전압 데이터를 산출하는 유효 무부하 전압 데이터 산출단계;

상기 방전 등가저항 데이터를 기초로 현재 방전 전류, 현재 배터리 온도 및 현재 방전상태에서의 방전 등가저항값을 산출하는 방전 등가저항 산출단계;

상기 유효 무부하 전압 데이터를 기초로 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 방전상태에서의 유효 무부하 전압값을 산출하는 유효 무부하 전압 산출단계; 및

상기 산출된 방전 등가저항값과 유효 무부하 전압값을 기초로 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 방전상태에서의 배터리 정상상태 단자 전압값을 산출하는 배터리 단자 전압 산출단계를 포함하는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

#### 【청구항 18】

제17항에서,

상기 방전 등가저항 데이터 산출단계는,

상기 각각의 설정된 방전 전류 구간에 속하는 제1방전 전류( $I_1$ )를 이용하여 상기 각각의 설정된 배터리 온도에서 배터리를 정전류 방전하면서 상기 설정된 방전상태들에서의 제1 배터리 단자 전압( $V_1$ )들을 검출하는 단계;

상기 각각의 설정된 방전 전류 구간에 속하는 제2방전 전류( $I_2$ )를 이용하여 상기 각각의 설정된 배터리 온도에서 상기 배터리를 정전류 방전하면서 상기 설정된 방전상태들에서의 제2 배터리 단자 전압( $V_2$ )들을 검출하는 단계; 및

상기 제1방전 전류( $I_1$ ), 상기 제1 배터리 단자 전압( $V_1$ ), 상기 제2방전 전류( $I_2$ ), 및 상기 제2 배터리 단자 전압( $V_2$ )을 기초로, 상기 설정된 방전 전류 구간별로 상기 설정된 배터리 온도들 및 상기 설정된 방전상태들에서의 상기 방전 등가저항 데이터를 산출하는 단계를 포함하는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

#### 【청구항 19】

제18항에서,



상기 방전 등가저항 데이터( $R_{dch\_e\_data}$ )는 다음의 식에 의한 값으로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

[식]

$$R_{dch\_e\_data} = \left( \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1} \right) @DOD$$

여기서, "@DOD"는 상기 각각의 설정된 방전상태(DOD)에서 방전 등가저항 데이터가 산출됨을 의미한다.

【청구항 20】

제19항에서,

상기 유효 무부하 전압 데이터( $V_{dch\_oc\_data}$ )는 다음의 구 개의 식 중 어느 하나에 의한 값으로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

[식]

$$V_{dch\_oc\_data} = V_2 + I_2 \times R_{dch\_e\_data} @DOD$$

여기서, "@DOD"는 상기 각각의 설정된 방전상태(DOD)에서 유효 무부하 전압이 산출됨을 의미한다.

[식]

$$V_{dch\_oc\_data} = V_1 + I_1 \times R_{dch\_e\_data} @DOD$$

여기서, "@DOD"는 상기 각각의 설정된 방전상태(DOD)에서 유효 무부하 전압이 산출됨을 의미한다.

**【청구항 21】**

제17항에서,

상기 방전 등가저항 산출단계에서, 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 방전상태에서의 방전 등가저항값은, 상기 현재 방전 전류가 속하는 상기 설정된 방전 전류 구간의 상기 설정된 배터리 온도 및 상기 설정된 방전상태들에서의 방전 등가저항 데이터를 기초로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

**【청구항 22】**

제21항에서,

상기 방전 등가저항 산출단계에서, 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 방전상태에서의 방전 등가저항값은, 상기 현재 방전 전류가 속하는 상기 설정된 방전 전류 구간의 상기 설정된 배터리 온도 및 상기 설정된 방전상태들에서의 방전 등가저항 데이터를 이용하여 보간법을 수행하여 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

**【청구항 23】**

제17항에서,

상기 유효 무부하 전압 산출단계에서, 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 방전상태에서의 유효 무부하 전압값은, 상기 현재 방전 전류가 속하는 상기 설정된 방전 전류 구간의 상기 설정된 배터리 온도 및 상기 설정된 방전상태들에서의 유효 무부하 전압 데이터를 기초로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

**【청구항 24】**

제23항에서,

상기 유효 무부하 전압 산출단계에서, 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 방전상태에서의 유효 무부하 전압값은, 상기 현재 방전 전류가 속하는 상기 설정된 방전 전류 구간의 상기 설정된 배터리 온도 및 상기 설정된 방전상태들에서의 유효 무부하 전압 데이터를 이용하여 보간법을 수행하여 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

【청구항 25】

제17항에서,

상기 배터리 단자 전압 산출단계에서, 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 방전상태에서의 상기 배터리 단자 전압값( $V_{dch\_t}$ )은, 다음 식에 의한 값으로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

[식]

$$V_{dch\_t} = V_{dch\_oc} - I_{dch\_t} \times R_{dch\_e}$$

여기서,  $V_{dch\_oc}$ 는 방전 유효 무부하 전압값이고,  $I_{dch\_t}$ 는 상기 현재 방전 전류이며,  $R_{dch\_e}$ 는 방전 등가저항값이다.

【청구항 26】

제17항에서,

상기 설정된 방전 전류 구간은, 방전 전류의 크기가 5C 보다 작은 구간, 방전 전류의 크기가 5C 이상이고 10C 이하인 구간, 및 방전 전류의 크기가 10C 보다 큰 구간을 포함하는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

**【청구항 27】**

설정된 방전 전류 구간들에서 설정된 배터리 온도들과 설정된 방전상태(Depth of Discharge)들 별로 설정된 방전 등가저항 데이터를 기초로, 현재 방전 전류, 현재 배터리 온도, 및 현재 방전상태에서의 방전 등가저항을 산출하는 방전 등가저항 산출단계;

상기 설정된 방전 전류 구간들에서 상기 설정된 배터리 온도들과 상기 설정된 방전상태들 별로 설정된 유효 무부하 전압 데이터를 기초로, 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도, 및 상기 현재 방전상태에서의 유효 무부하 전압을 산출하는 유효 무부하 전압 산출단계; 및

상기 산출된 방전 등가저항과 상기 산출된 유효 무부하 전압을 기초로, 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도, 및 상기 현재 방전상태에서의 배터리 정상상태 단자 전압을 산출하는 정상상태 배터리 단자 전압 산출단계를 포함하는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

**【청구항 28】**

제27항에서,

상기 방전 등가저항 산출단계에서, 상기 방전 등가저항은,

상기 설정된 방전 전류 구간들 중에서 상기 현재 방전 전류가 속하는 구간의 상기 설정된 배터리 온도들과 상기 설정된 방전상태들 별로 설정된 방전 등가저항 데이터와, 상기 현재 배터리 온도와 상기 현재 방전상태를 기초로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

**【청구항 29】**

제28항에서,

상기 방전 등가저항은, 상기 방전 등가저항 데이터를 이용하는 보간법을 통하여 상기 현재 배터리 온도와 상기 현재 방전상태에 해당하는 값으로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

【청구항 30】

제27항에서,

상기 유효 무부하 전압 산출단계에서, 상기 유효 무부하 전압은,

상기 설정된 방전 전류 구간들 중에서 상기 현재 방전 전류가 속하는 구간의 상기 설정된 배터리 온도들과 상기 설정된 방전상태들 별로 설정된 유효 무부하 전압 데이터와, 상기 현재 배터리 온도와 상기 현재 방전상태를 기초로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

【청구항 31】

제30항에서,

상기 유효 무부하 전압은, 상기 유효 무부하 전압 데이터를 이용하는 보간법을 통하여 상기 현재 배터리 온도와 상기 현재 방전상태에 해당하는 값으로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.

【청구항 32】

제27항에서,

상기 정상상태 배터리 단자 전압 산출단계에서, 상기 현재 방전 전류, 상기 현재 배터리 온도 및 상기 현재 방전상태에서의 상기 배터리 단자 전압값( $V_{dch\_t}$ )은, 다음 식에 의한 값으로 산출되는 배터리 정상상태 단자 전압 산출방법.



[ 식 ]

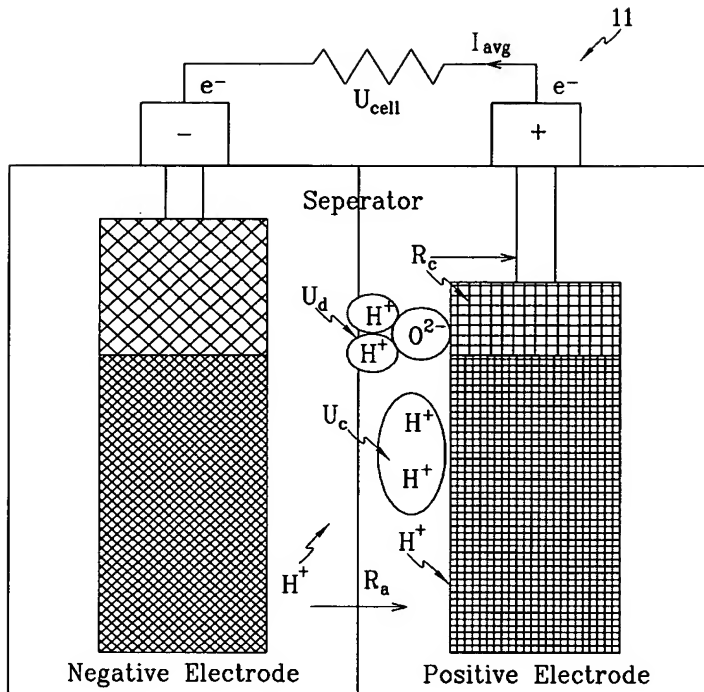
$$V_{dch\_t} = V_{dch\_oc} - I_{dch\_t} \times R_{dch\_e}$$

여기서,  $V_{dch\_oc}$ 는 방전 유효 무부하 전압값이고,  $I_{dch\_t}$ 는 상기 현재 방전 전류이며,  
 $R_{dch\_e}$ 는 방전 등가저항값이다.

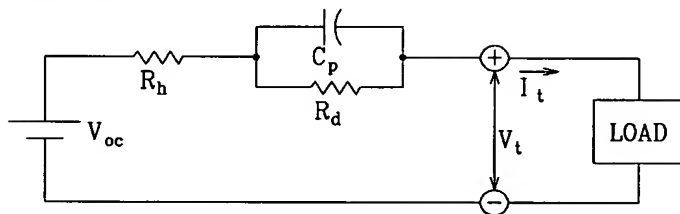


【도면】

【도 1】

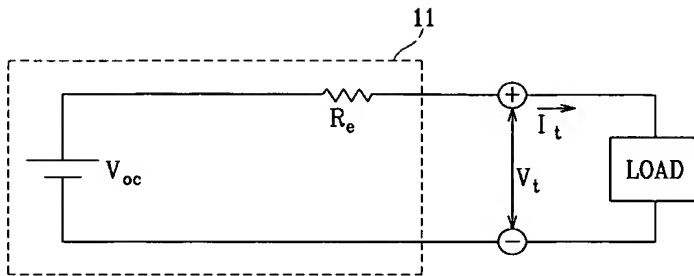


【도 2】

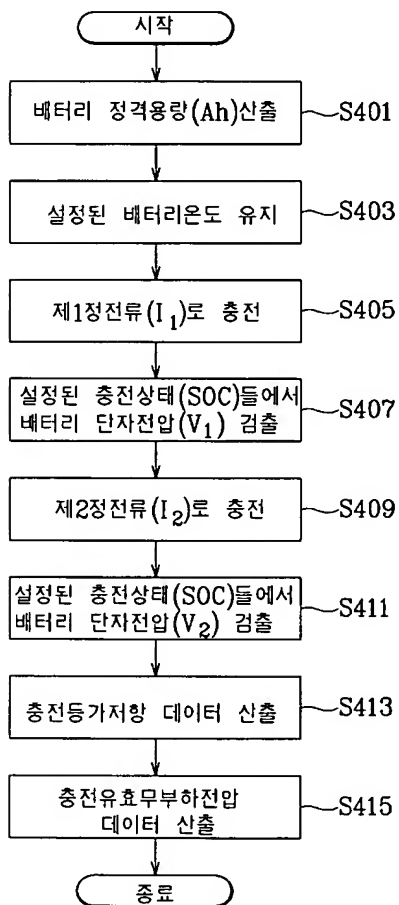




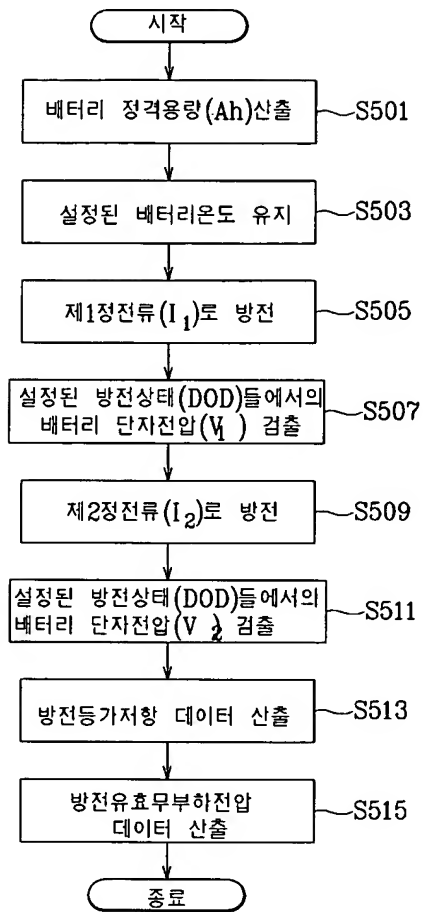
【도 3】



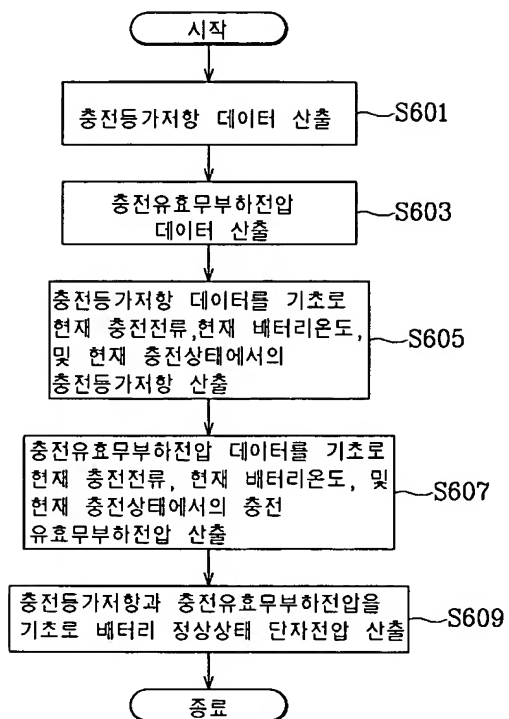
【도 4】



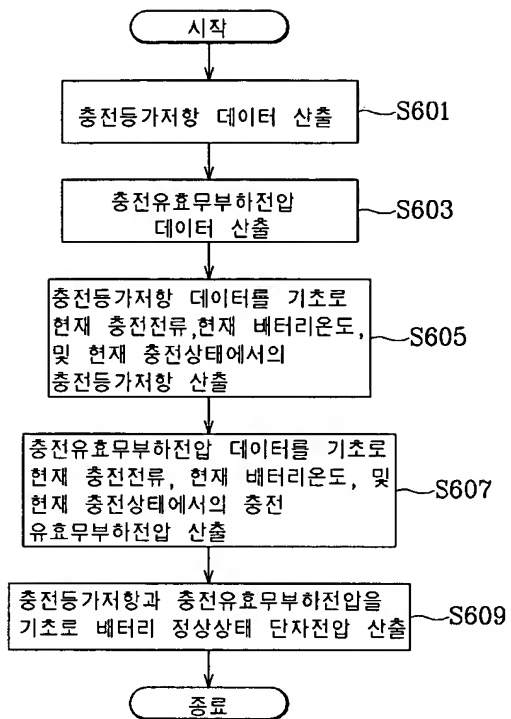
【도 5】



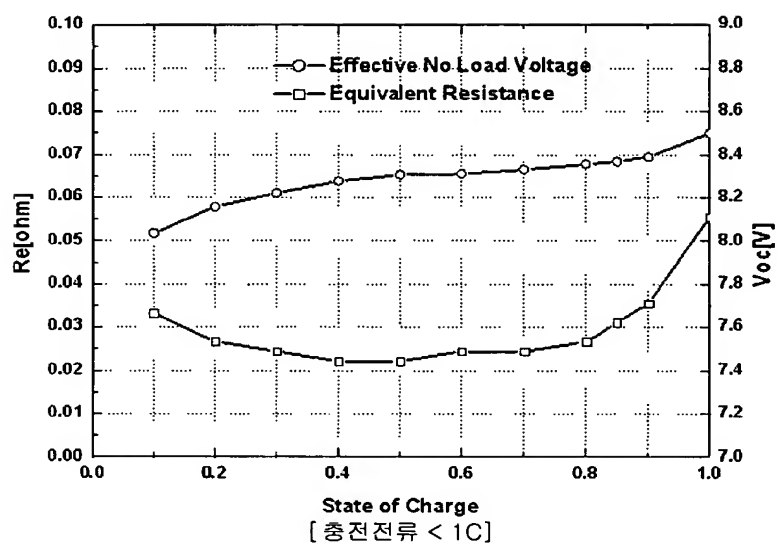
【도 6】



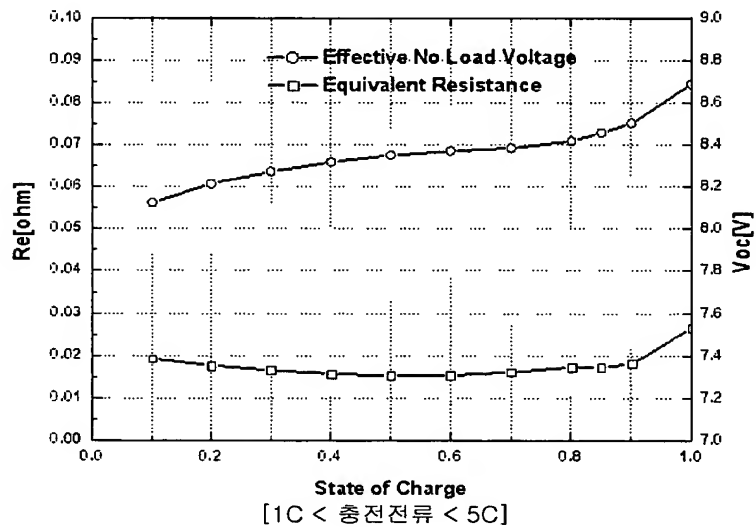
【도 7】



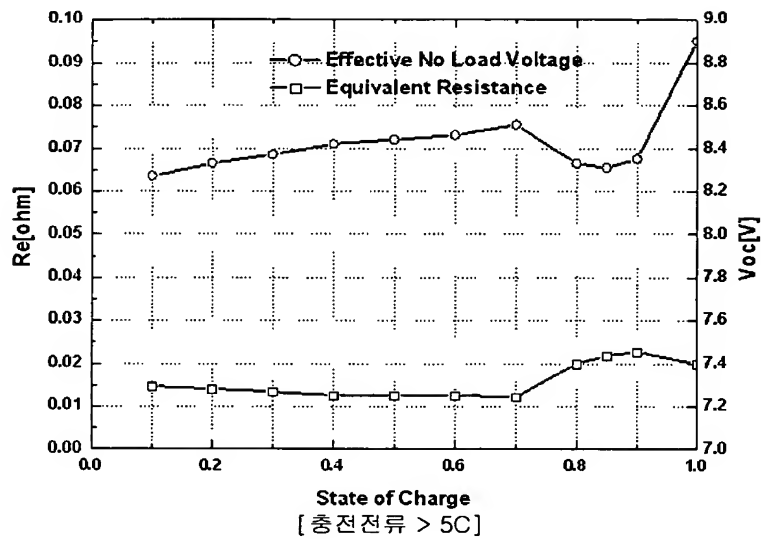
【도 8】



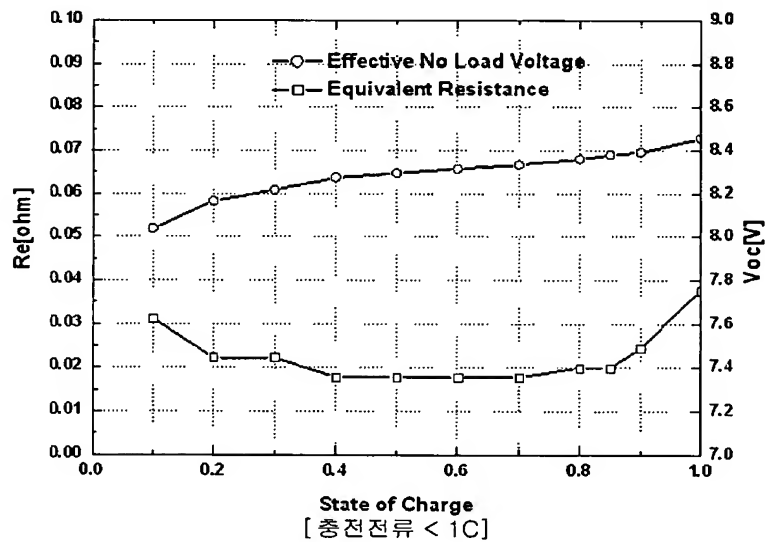
【도 9】



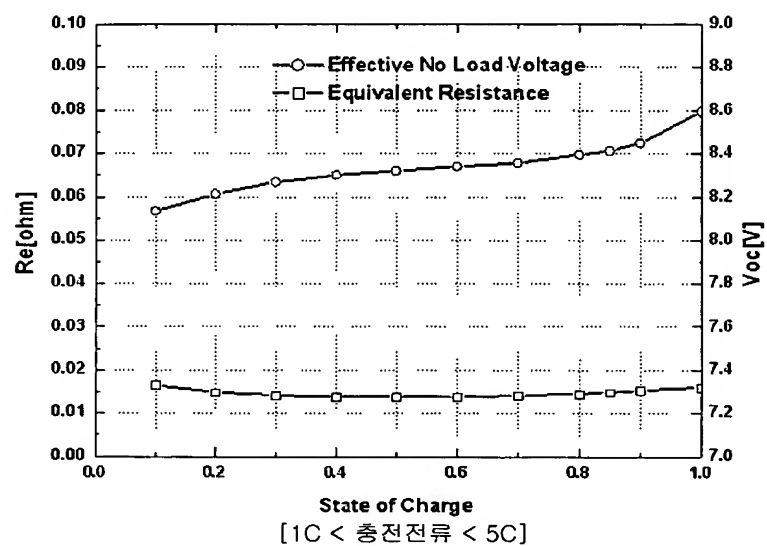
【도 10】



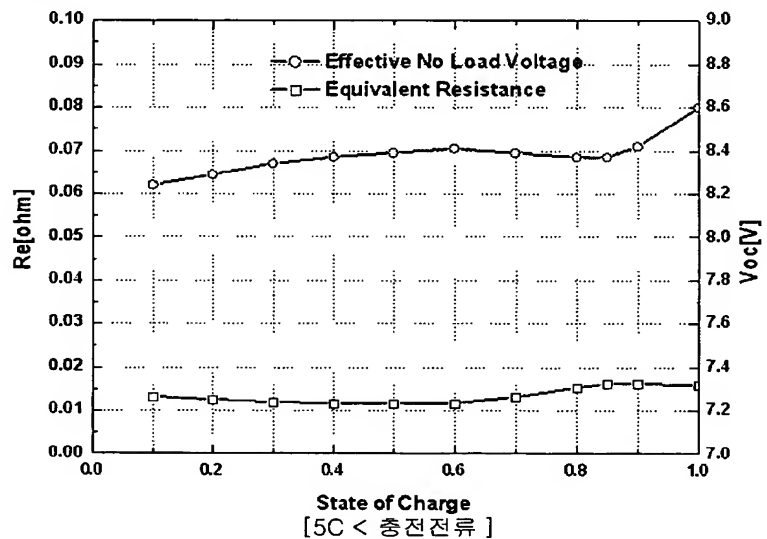
【도 11】



【도 12】



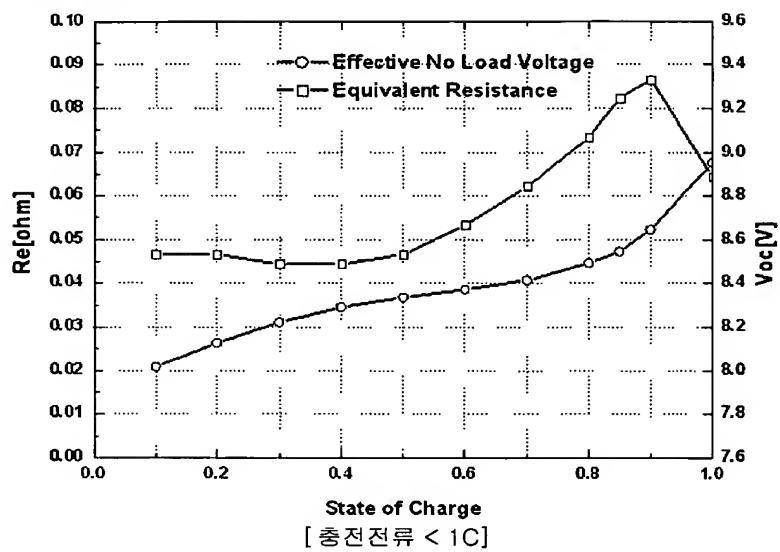
【도 13】



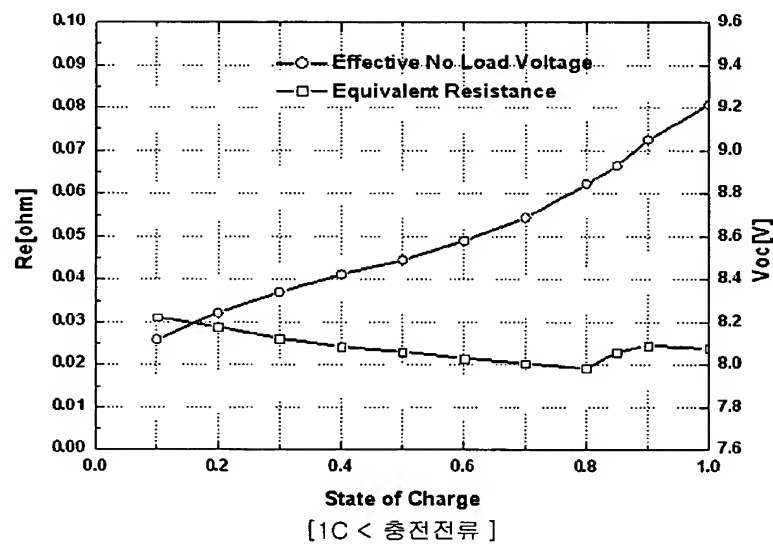




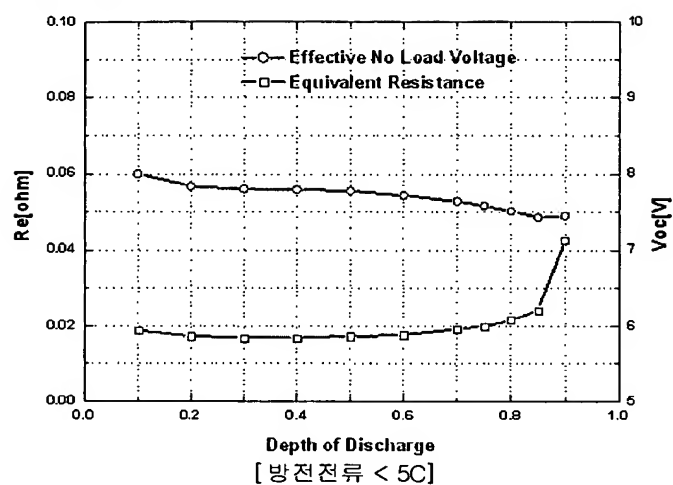
【도 14】



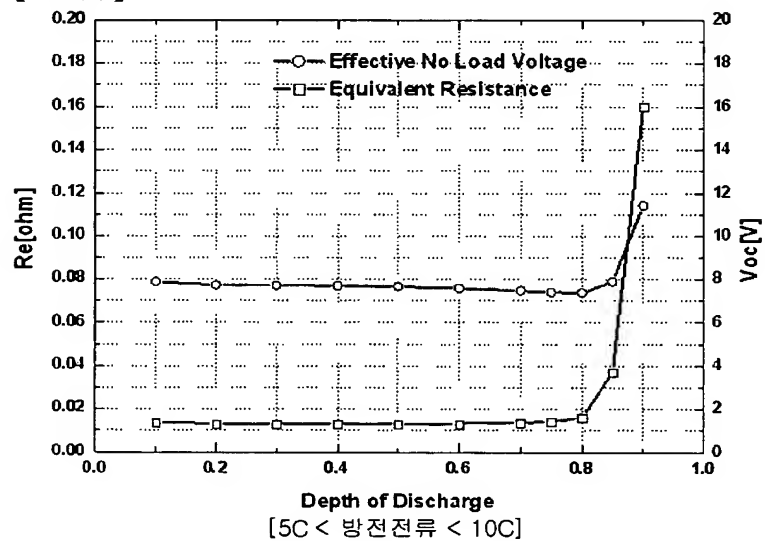
【도 15】



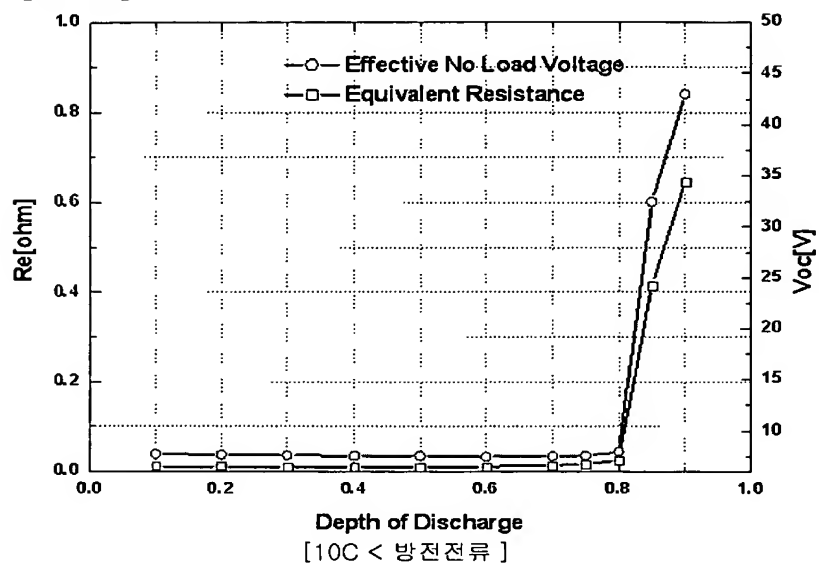
【도 16】



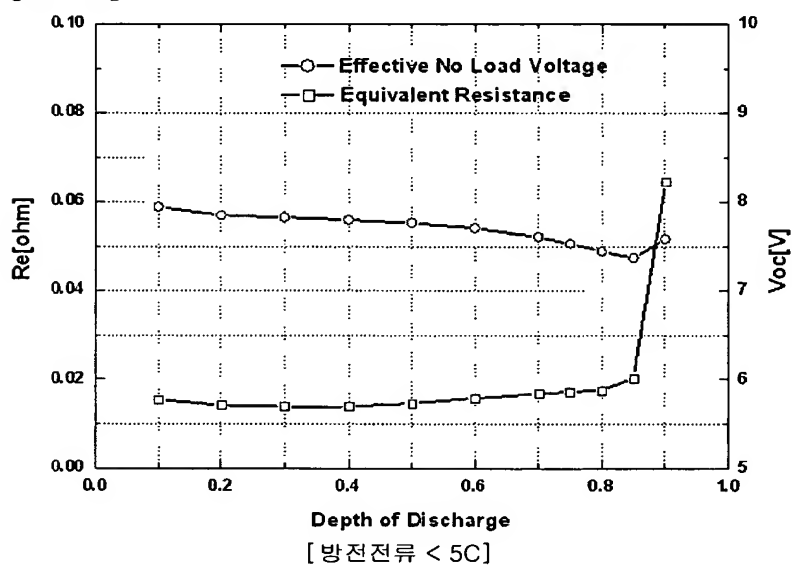
【도 17】



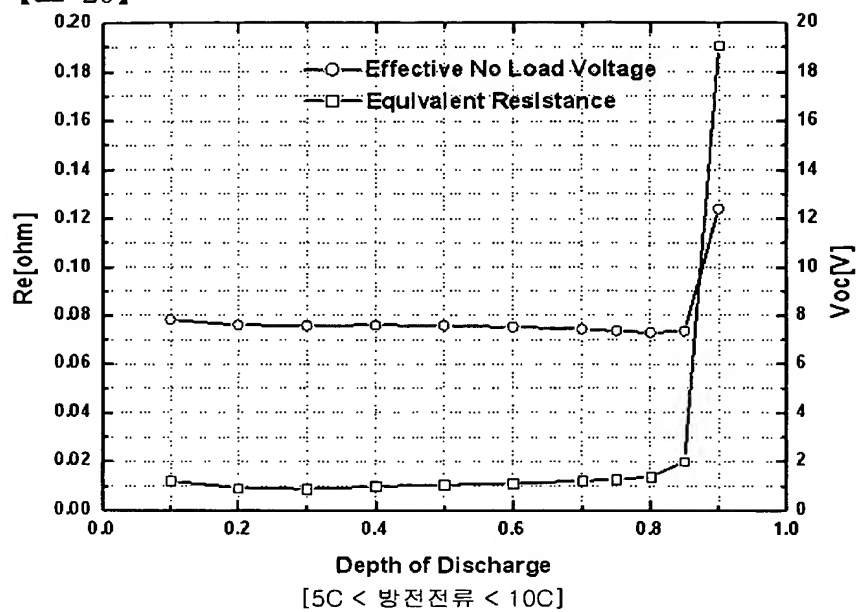
【도 18】



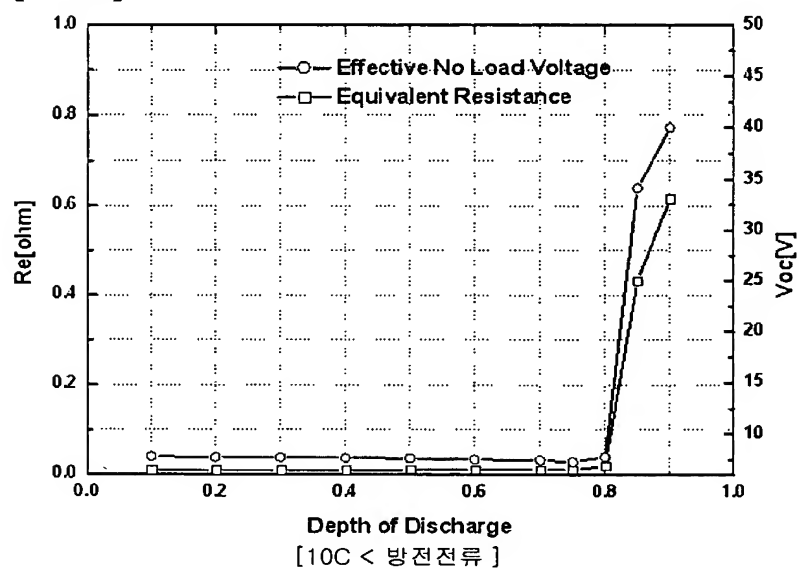
【도 19】



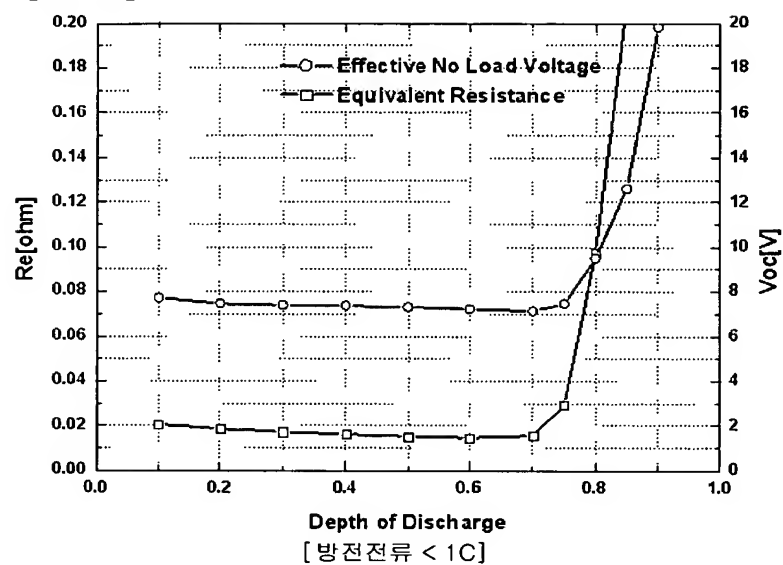
【도 20】



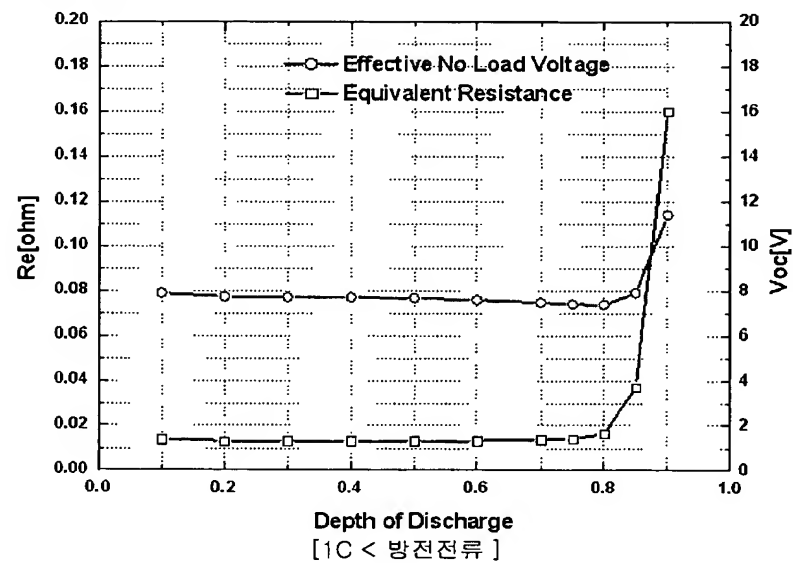
【도 21】



【도 22】

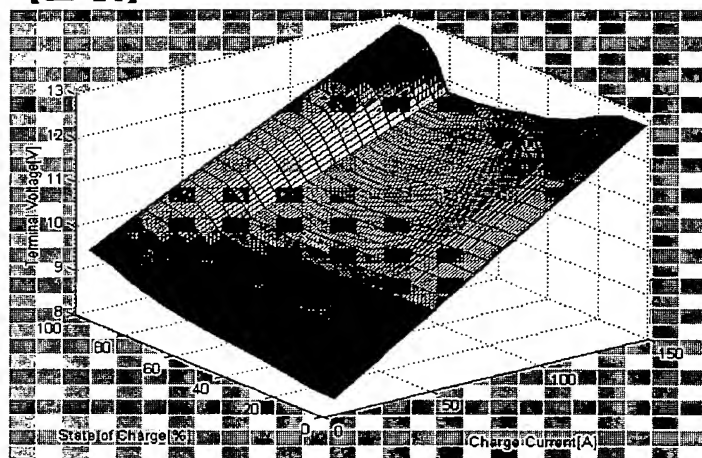


【도 23】

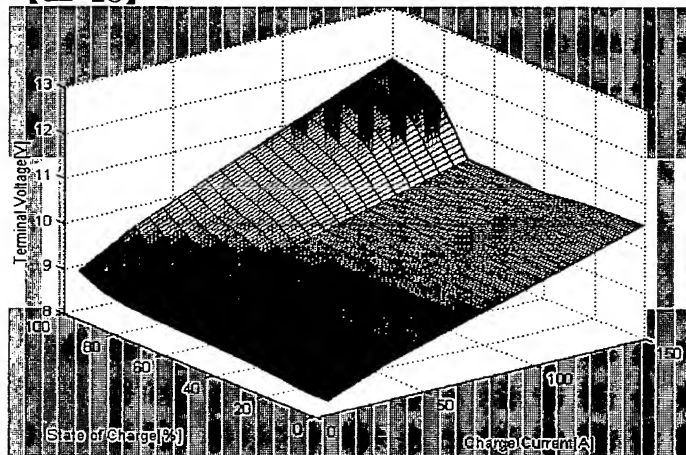




【도 24】

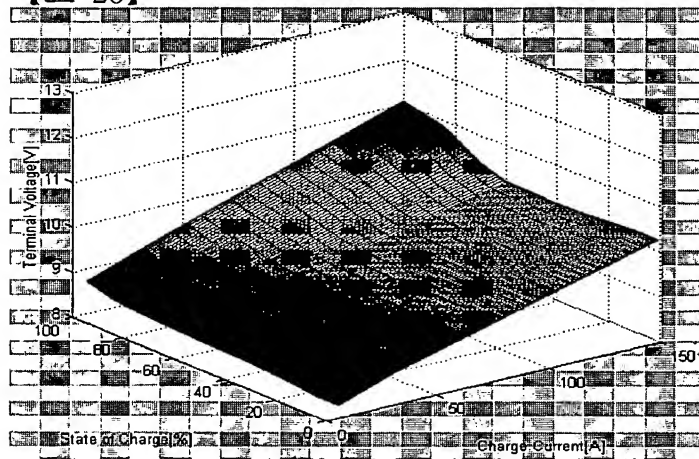


【도 25】

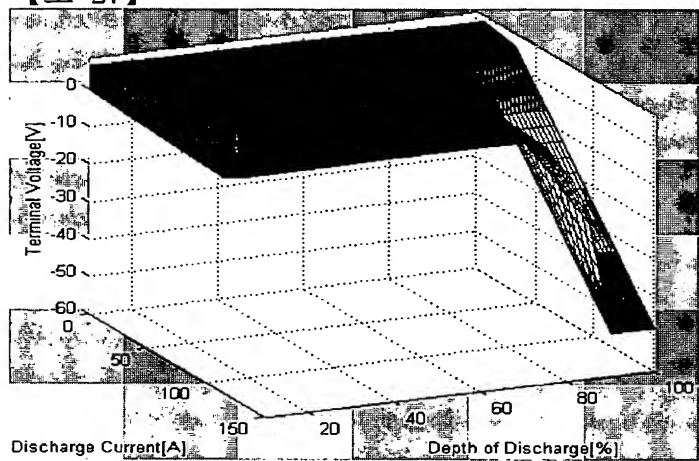


BEST AVAILABLE COPY

【도 26】

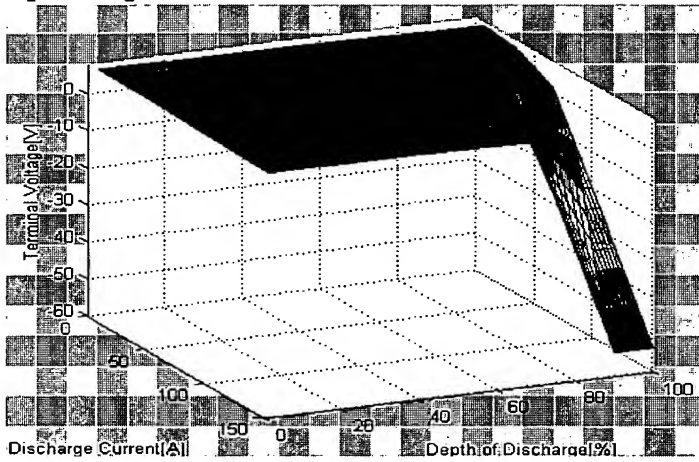


【도 27】

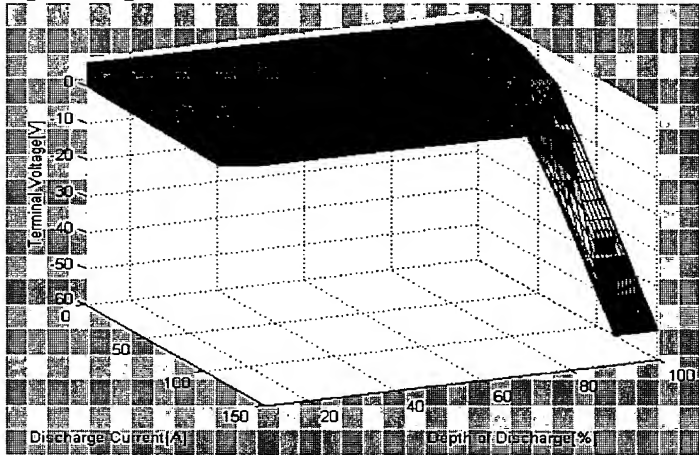


BEST AVAILABLE COPY

【도 28】



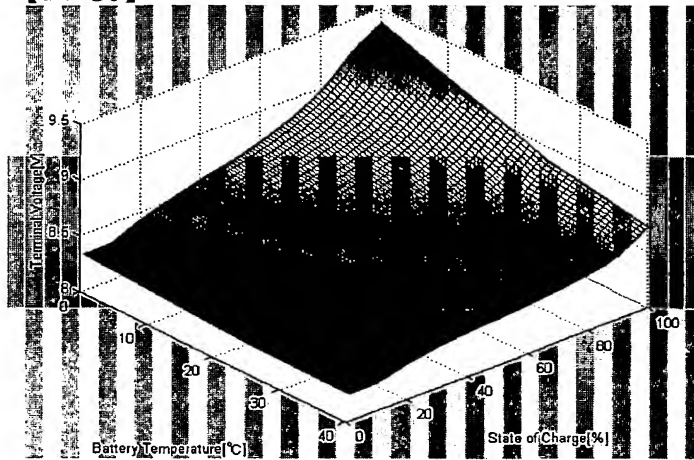
【도 29】



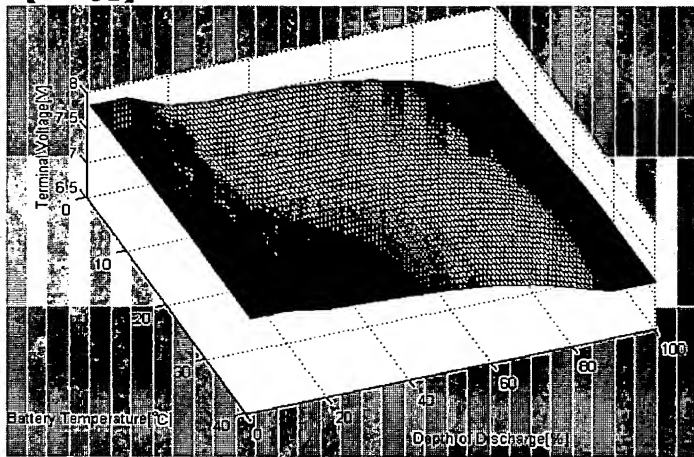
BEST AVAILABLE COPY



【도 30】



【도 31】



BEST AVAILABLE COPY